

Treball de Fi de Màster

Màster en Enginyeria de l'Energia

Estudi dels factors claus per a l'estalvi energètic assolit a la UPC

MEMÒRIA

Autor: Joan Terrassa Mas
Director: Roberto Villafáfila Robles
Convocatòria: Juny 2018



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

Donat el compromís que va contraure Espanya amb la Unió Europea quan va entrar en vigor el Protocol de Kyoto l'any 2004, s'han anat afrontant una sèrie de reptes durant els últims anys per tal de reduir les emissions de CO₂, fomentar l'estalvi d'energia i millorar l'eficiència energètica.

En aquest àmbit, i per tal de complir amb els objectius climàtics i energètics establerts per la Comissió Europea pel 2020, la UPC ha posat en marxa diferents plans estratègics de sostenibilitat. L'actual, s'anomena Pla d'Estalvi Energètic 2020, i té com a objectiu assolir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni, i alhora, experimentar amb la innovació en els seus campus.

El present document s'emmarca dins el Pla d'Estalvi Energètic 2020, on s'analitzen els factors clau que han esdevingut en l'estalvi energètic assolit per la UPC durant els darrers anys i detallant els efectes que va tenir l'aplicació del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014. Són tres els factors clau que han desembocat en un estalvi energètic i econòmic considerable: la millora en la contractació, l'optimització de les potències contractades i la reducció dels consums.

El treball comença presentant els diferents plans d'eficiència energètica que han estat d'aplicació per part de la UPC. Es resumeixen les actuacions inicials, el naixement dels informes SIRENA, els objectius i resultats del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014 i els objectius i desplegament del Pla d'Estalvi Energètic 2020.

A continuació es presenten els diferents subministraments que estan presents en els Campus de la UPC: electricitat, gas, energia tèrmica Districlima i aigua. S'anomena el seu marc normatiu i es detalla la seva facturació, descrivint els conceptes que apareixen en la factura.

En l'apartat 5, s'han analitzat les dades de facturació de tots els campus de la UPC per tal d'obtenir l'evolució del consum energètic i d'aigua, així com també la despesa econòmica global de la universitat.

Seguidament, en l'apartat 6, es presenta l'evolució dels consums i les despeses per Campus de la UPC, observant les variacions que hi ha hagut en cada un d'ells. Es determina que més d'un 70% d'energia i aigua es consumeix en tres dels Campus: Campus Nord, Campus Sud i Campus de Terrassa. Per aquest motiu, s'estudia l'evolució en la facturació de l'escomesa elèctrica principal d'aquests Campus, per determinar els factors que han desembocat en un estalvi econòmic.

Destacar també el fort impacte que ha suposat la posada en marxa del nou Campus del Besòs, el qual hauria de romandre baix observació durant els següents anys.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
1. GLOSSARI	5
2. INTRODUCCIÓ	7
2.1. Objectius del projecte	8
2.2. Abast del projecte	8
3. MARC DE REFERÈNCIA DELS PLANS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LA UPC	9
3.1. Informes SIRENA	9
3.1.1. Actuacions prèvies	9
3.1.2. Programa UPCO ₂ . Informe SIRENA 2008	10
3.1.3. Informe SIRENA 2009	11
3.1.4. Informe SIRENA 2010	12
3.2. Plans d'estalvi i eficiència energètica de la UPC	14
3.2.1. Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014	14
3.2.2. Pla d'Estalvi Energètic 2020	17
4. SUBMINISTRAMENTS. FACTURACIÓ ENERGÈTICA I D'AIGUA	23
4.1. Electricitat	23
4.1.1. Sector elèctric espanyol	23
4.1.2. Activitats regulades vs. activitats liberalitzades	23
4.1.3. Mercat elèctric espanyol	24
4.1.4. Contractació elèctrica	25
4.1.5. Factura elèctrica. Conceptes	26
4.2. Gas	29
4.2.1. Contractació de gas	29
4.2.2. Factura de gas. Conceptes	31
4.3. Districlima	32
4.3.1. Que és Districlima?	32
4.3.2. Factura Districlima. Conceptes	33
4.4. Aigua	34
5. EVOLUCIÓ DEL CONSUM I LA DESPESA ECONÒMICA DE LA UPC	37
6. ANÀLISI DELS CONSUMS I LA DESPESA PER CAMPUS	43
6.1. Evolució consum-despesa dels subministraments per campus	43
6.2. Estudi dels campus més consumidors d'electricitat	52

6.2.1. Campus Nord	52
6.2.2. Campus Sud	59
6.2.3. Campus Terrassa	65
PRESSUPOST	71
IMPACTE AMBIENTAL	73
CONCLUSIONS	75
AGRAÏMENTS	77
BIBLIOGRAFIA	79
Referències bibliogràfiques	79
Bibliografia complementària	81

1. Glossari

UE: Unió Europea

UPC: Universitat Politècnica de Catalunya

SIRENA: Sistema d'Informació de Recursos Energètics i Aigua de la Universitat Politècnica de Catalunya

ICAEN: Institut Català d'Energia

TIC: Tecnologies de la informació i la comunicació

POE: Projectes d'optimització energètica

GTEE: Grup de treball d'Eficiència i Estalvi Energètic

PIU: Pla d'Inversions Universitàries

CSUC: Consorci de Serveis Universitaris de Catalunya

ETSEIB: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

EUETIB: Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona

BIB: Biblioteca Rector Gabriel Ferraté

ETSAV: Escola d'Arquitectura del Vallès

OS: Operador del Sistema

PVPC: Preu voluntari pel petit consumidor

TUR: Tarifa d'últim recurs

PCS: Poder calorífic superior

CPU: Unitat central de processament de dades

2. Introducció

Les causes del canvi climàtic inclouen la influència humana com la responsable de la contribució dels canvis dràstics que s'estan produint a l'atmosfera terrestre, concretament en referència a l'augment de les emissions de gasos que s'alliberen, augmentant l'efecte hivernacle i l'escalfament global del planeta.

Per evitar els perills del canvi climàtic, la Unió Europea es va marcar una sèrie d'objectius. Aquests conclouen l'any 2050 on s'espera haver obtingut una reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle d'entre el 80 i el 95% respecte els nivells obtinguts l'any 1990.

Per poder assolir aquests objectius climàtics i energètics de forma progressiva, la Unió Europea va establir una sèrie de metes. La primera meta forma part de la coneguda estratègia UE 20-20-20 d'eficiència energètica per 2020, que proposa reduir un 20% el consum d'energia primària de la UE i reduir un 20% les emissions de gasos d'efecte hivernacle respecte 1990, així com elevar en un 20% la contribució de les energies renovable en el consum total.

Per altra banda, la segona meta s'estableix l'any 2030 i es basa en la reducció d'almenys el 40% de les emissions de gas d'efecte hivernacle respecte l'any 1990, la contribució mitjançant energies renovables al consum total d'energia en un 27%, i l'increment d'eficiència energètica també en un 27%.

L'estratègia energètica de la UE per al 2020 ha estat el marc de referència i la base del Pla UPC 2020 de sostenibilitat energètica [1]. La missió d'aquest pla és doble: assolir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni, sostenible a mig i llarg termini i, alhora, experimentar en la innovació dels campus per potenciar el rol de la universitat com a recurs de coneixement i aprenentatge vers una societat sostenible energèticament.

El treball es centra en l'anàlisi de la demanda dels subministraments i la despesa que originen el conjunt de campus que formen la UPC: campus Nord, campus Sud, Nàutica i Besòs (Barcelona), campus Baix Llobregat (Castelldefels), campus Manresa, campus Terrassa, ETSAV (Sant Cugat) i campus Vilanova i la Geltrú, entre els anys 2012 i 2017. Aquest estudi analitza com ha evolucionat el consum i la despesa dels campus de la UPC arran del Pla d'estalvi energètic 2011-2014 [2], prenent com a model les dades que apareixen en publicacions i estudis anteriors realitzats per la Universitat com ara els informes SIRENA.

2.1. Objectius del projecte

Durant el període 2011-2014 a la UPC es va dur a terme el Pla d'estalvi energètic, amb un 27% d'estalvi d'energia i uns 4M€ d'estalvi a nivell econòmic. En aquest període, a més de millores en la gestió de les instal·lacions, també hi ha hagut canvis en el model de contractació, la qual cosa ha suposat uns estalvis molt importants. L'objectiu principal que es vol assolir amb la realització d'aquest treball és:

- Estudiar els factors claus que han intervingut durant els darrers anys (període 2012-2017) per assolir un estalvi energètic en el conjunt de campus de la UPC.

Aquest objectiu principal es basa en una sèrie d'objectius més específics, els quals es detallen a continuació:

- Conèixer les accions i projectes d'estalvi energètic duts a terme a la UPC, així com les perspectives de futur de la Universitat en aquest àmbit, definides en el Pla UPC 2020 de sostenibilitat energètica.
- Conèixer els conceptes que apareixen en la facturació dels diferents subministraments (electricitat, gas i aigua) dels campus de la UPC.
- Estudiar l'evolució dels consums energètics i d'aigua i la despesa econòmica generada en cada un dels campus de la UPC.
- Analitzar l'evolució del model de contractació elèctrica dels tres campus principals de la UPC.

2.2. Abast del projecte

El present document es centra en els factors que han desembocat en un estalvi energètic i econòmic en els Campus de la UPC entre els anys 2010 i 2017. Aquests factors passen per la millora en la contractació energètica, l'optimització de les potències contractades, les millores en les infraestructures, la sensibilització i canvis en els hàbits del personal, etc.

El treball s'inicia presentant totes les actuacions que ha anat realitzant la universitat en l'àmbit de la sostenibilitat energètica durant els darrers anys, incloent els informes SIRENA, el Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014, i l'actual Pla d'Estalvi Energètic 2020.

Es detalla l'evolució del consum energètic (electricitat, gas i Districlima) i d'aigua, així com la seva despesa associada, de forma global i per campus de la UPC. Finalment, es centra en els tres campus més consumidors d'electricitat de la UPC i s'estudia les variacions en la contractació energètica i l'optimització de les potències contractades que han desembocat en una reducció de la despesa.

3. Marc de referència dels plans d'eficiència energètica de la UPC

A nivell intern, la UPC és una universitat molt activa en qüestions relacionades amb la sostenibilitat i l'eficiència energètica. Així es demostra amb les diferents actuacions i Plans d'Estalvi Energètic que ha anat adoptant la UPC en els darrers anys. Alguns d'aquests Plans ja han conclòs amb uns resultats més que satisfactoris, com és el cas del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014, mentre que d'altres es troben actius a dia d'avui.

A continuació es descriuen les actuacions i Plans d'Eficiència Energètica que ha aprovat la UPC durant aquests darrers anys.

3.1. Informes SIRENA

3.1.1. Actuacions prèvies

Anteriorment a l'aprovació del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014, la UPC ja havia realitzat diverses actuacions en matèria de reducció del consum energètic en els propis campus. Es poden destacar:

- Plans anuals d'actuacions d'estalvi energètic del Servei d'Obres i Manteniment (1998-2006)
- Criteris ambientals al disseny, construcció i ús dels edificis (1998)
- Planificació ambiental del Campus del Baix Llobregat (1998-2002)
- Projecte ACA2. Aplicació de Criteris Ambientals a l'Arquitectura (2002)
- Projecte Laboratori REAL sobre consum d'energia als edificis de la UPC (2002-2005)
- Desenvolupament del Sistema d'Informació sobre Recursos d'energia i aigua (SIRENA, 2006)
- Desenvolupament d'una metodologia d'Avaluació energètica d'edificis (2007) i aplicació de la metodologia al Pla d'Eficiència en el Consum de Recursos (PECR)
- Inversions lligades als convenis amb l'ICAEN per a la inversió en eficiència energètica els anys 2006-2007, 2008 i 2010

D'entre totes les actuacions abans esmentades, destaca la publicació de la primera versió de SIRENA l'any 2007. SIRENA és l'acrònim del sistema d'informació de recursos energètics i aigua de la UPC, el qual té per objectiu principal fer visible el consum en temps real d'electricitat, gas i aigua en cada un dels edificis de la universitat.

La monitorització dels consums energètics i d'aigua ha resultat una eina indispensable per recolzar les accions d'estalvi energètic implantades en els campus de la UPC. Actualment SIRENA inclou una xarxa de monitorització formada per més de 200 punts de lectura, que reenvien les dades a SCADA Powerstudio de Circutor. Totes les dades i registres es poden consultar obertament en el software DexCell, desenvolupat per DEXMA.

A partir de SIRENA s'han anat generant diferents informes durant els anys 2008 [3], 2009 [4], 2010 [5], 2016 [6] i 2017 [7], on s'avalua l'evolució dels diferents consums energètics i el cost econòmic que aquests suposen, les actuacions realitzades i les propostes de millora a implementar en anys posteriors.

A continuació es resumeixen breument aquests informes, les tasques realitzades, l'evolució dels consums energètics i d'aigua i les propostes de futur.

3.1.2. Programa UPCO₂. Informe SIRENA 2008

Marc de referència

El consum energètic de la UPC havia augmentat considerablement l'any 2008 respecte el 2004, així com també les emissions de CO₂ associades a l'activitat dels seus edificis. Aquests resultats s'allunyaven dels compromisos adquirits per Espanya amb la signatura del protocol de Kyoto. Per això, l'any 2006 es va aprovar a la UPC el Pla *UPC Sostenible 2015*, amb el qual va néixer el Programa UPCO₂ de reducció d'emissions de CO₂, emmarcat en la prioritat temàtica d'Edificació, Energia i Canvi Climàtic del Pla.

Objectius

El Programa UPCO₂ tenia com objectiu identificar i quantificar les emissions de CO₂ associades a la UPC i desenvolupar i proposar mecanismes de reducció eficients. Les línies d'actuació del programa foren: planificació i execució d'accions d'estalvi energètic i aigua, generació i gestió de la informació referent als consums (monitorització dels consums i desenvolupament de SIRENA), i coordinació amb els responsables de la gestió dels edificis per facilitar la interpretació i utilització de la informació.

Actuacions

La UPC va desenvolupar el Programa en dos nivells d'intensitat. D'una banda a tots els campus, amb accions d'estalvi, informació i gestió, i, per altra, d'una manera molt més intensiva en una experiència de tipus pilot a l'escola d'Arquitectura del Vallès (ETSAV).

Durant el període 2006-2008, la UPC va disposar de dues subvencions per part de l'ICAEN, les quals permeteren dur a terme accions d'estalvi energètic. Aquestes actuacions es van desenvolupar en 20 edificis de la UPC.

Resultats

- La despesa econòmica en energia i aigua a la UPC va disminuir l'any 2008 respecte el 2007. Aquesta disminució només reflecteix una disminució del consum en el cas de l'aigua, mentre que per a l'electricitat la reducció de la despesa es deu a altres causes, com ara el canvi en la tarifació.
- L'any 2008 es va produir un augment global del consum de l'energia elèctrica i gas, i per tant un augment de les emissions de CO₂. En quant a l'aigua, es va reduir el consum a tota la UPC fruit dels esforços que es varen fer en tots els campus malgrat el context de sequera que va patir Catalunya en aquell any.
- A l'ETSAV es va aconseguir reduir considerablement el consum energètic.

Conclusions

Es detallen les conclusions més significatives obtinguts a partir del Programa UPCO₂:

- Augment del consum energètic i emissions en els campus on no s'intervé directament des del Programa, mentre que s'aconsegueix contenir el creixement allà on s'actua.
- Progrés en l'estructuració de la informació a partir del SIRENA i dels comptadors on-line. Es disposa d'informació solvent per a la presa de decisions.
- Experimentació amb l'ETSAV d'on s'obtenen molt bons resultats a través de mesures de baix cost d'inversió però d'alta implicació de gestió. Esdevenen actuacions prioritàries aquelles de "factor humà" que no necessiten de grans inversions econòmiques, però sí d'implicació i lideratge.

3.1.3. Informe SIRENA 2009

Objectius

L'Informe SIRENA 2009 fa un seguiment dels impactes ambientals, econòmics i socials dels consums que es produeixen en els edificis de la universitat durant l'any 2009. Un altre objectiu d'aquest informe és visualitzar les accions d'estalvi que es duen a terme, realitzades principalment pels equips d'obres i manteniment, informar-ne a la comunitat UPC i avaluar-ne la contribució a la reducció de l'impacte ambiental de la universitat.

Actuacions

Es duen a terme proves pilot a dos dels edificis més consumidors, el Vèrtex i la Biblioteca Rector Gabriel Ferraté, ambdós al Campus Nord, realitzant auditories energètiques i propostes d'actuacions conjuntament entre els usuaris dels edificis i Coordinació de Campus Nord.

A diferència dels tres anys anteriors, durant el 2009 no es va poder signar cap conveni amb l'Institut Català de l'Energia per a inversions en estalvi energètic, per la qual cosa les actuacions d'estalvi es centraren en la millora de la gestió de les instal·lacions.

Mitjançant SIRENA i la seva xarxa de monitorització, es va poder fer un seguiment a temps real del consum en els edificis de la UPC i veure els impactes de les actuacions d'estalvi executades. Durant el 2009 la xarxa es va seguir estenent i consolidant.

Resultats

- Augment de la superfície construïda a la UPC, un 2% entre 2008 i 2009.
- Les emissions de CO₂ degudes a l'activitat dels edificis de la UPC es redueixen lleugerament, degut a una reducció del 15% del consum de gas i a un augment moderat, del 2%, del consum elèctric.
- El consum d'aigua consolida la seva tendència a la baixa. El consum durant el 2009 va ser un 25% menor que el 2007.
- Els tres majors campus de la UPC (Nord, Sud i Terrassa) concentren més del 75% dels consums de gas, aigua i electricitat. A més, el Campus Nord té un consum elèctric major del que li correspondria per la seva superfície. Això es deu a que alguns dels seus edificis funcionen íntegrament amb electricitat i que disposen d'un gran nombre de sales de servidors, permanentment climatitzades.
- La despesa en subministraments augmenta degut al fort increment del preu de l'electricitat i el gas.

3.1.4. Informe SIRENA 2010

Objectius

L'informe SIRENA 10 es centra en l'energia i l'aigua consumida en els 86 edificis propietat de la UPC que són ocupats i gestionats per la universitat, cosa que representa el 93% de la superfície total de la UPC.

Es presenten també les accions d'estalvi dutes a terme durant el 2010, i es realitza un anàlisi d'algunes accions especialment rellevants realitzades durant la primera fase del Pla UPC Sostenible 2015, finalitzada el 2010.

Actuacions

La xarxa de monitorització es va seguir estenent durant el 2010. El 99% de la superfície gestionada directament per la UPC té el consum elèctric monitoritzat. La cobertura de monitorització és inferior en el cas del gas, 66%, i l'aigua, 33%.

Durant el mateix any es continua treballant des de la perspectiva "Campus Lab" seguint l'exemple de les proves pilot d'estalvi energètic en 3 edificis de la UPC: ETSAV, Vèrtex i BIB. A més de les proves pilot en edificis, es realitzen actuacions singulars d'estalvi energètic centrades en la millora de la gestió de les instal·lacions al Campus de Terrassa i el Pla 70.000 al Campus Nord.

Resultats

- La superfície construïda de la UPC roman pràcticament constant.
- Es consolida la reducció del consum d'aigua iniciat a partir del Decret de la Sequera (2008).
- Les emissions de CO₂ atribuïbles a consum energètic s'han reduït tot i l'augment d'aquest. Les variacions en el mix elèctric espanyol dels darrers anys, amb l'augment de la presència de renovables i la presència d'energia nuclear, han facilitat aquesta reducció d'emissions.
- Augment del consum elèctric en un 6% respecte l'any anterior i un 45% respecte el 2003. La tendència del consum elèctric els darrers anys és a l'alça degut en gran mesura a l'augment dels equipaments TIC propis (ordinadors, sales de servidors, etc.).
- El consum de gas augmenta un 24% respecte el 2009, degut en gran part a una major severitat climàtica durant el 2010.

Taula 1. Resum dels informes SIRENA. Font: Informes SIRENA 2008 [3], 2009 [4], 2010 [5].

Informes SIRENA	Superfície construïda (variació respecte l'any anterior)	Cobertura xarxa de monitorització	Consum	Consum (Variació respecte l'any anterior)	Despesa (milers €)	Emissions (Tn CO ₂)	Actuacions pilot/específiques
Sirena 2008	407.477 m ²	Sense dades	Aigua: 106838 m ³ Elect.: 33,6 GWh Gas: 17,9 GWh	-18% +8% +1%	Aigua: 295,8 Elect.: 4653,3 Gas: 780,4	Elect.: 16857 Gas: 3584	-Programa UPCO2 -Prova pilot ETSAV
Sirena 2009	415.627 m ² (+2%)	Aigua: 28% Elect.: 82% Gas: 20%	Aigua: 96926 m ³ Elect.: 34,5 GWh Gas: 15,3 GWh	-9% +2% -15%	Augment respecte 2008 (es desconeix l'import exacte)	Elect.: 17271 Gas: 3063	-Prova pilot BIB -Prova pilot Vèrtex
Sirena 2010	417.456 m ² (+0,44%)	Aigua: 33% Elect.: 99% Gas: 65%	Aigua: 85400 m ³ Elect.: 35,7 GWh Gas: 18,9 GWh	-12% +6% +24%	Aigua: 273,7 Elect.: 3843,7 Gas: 928,4	-6% respecte 2005	-Millora instal·lacions Campus Terrassa -Pla 70.000 al Campus Nord

3.2. Plans d'estalvi i eficiència energètica de la UPC

3.2.1. Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014

Marc de referència

Degut a la situació econòmica adversa que estava vivint la UPC, el juny del 2011 el Consell de Govern de la universitat va aprovar el document de Mesures d'estalvi energètic. Aquestes mesures es recullen en el Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014 el qual es va iniciar amb un enfocament transversal per a tots els campus de la Universitat.

Objectius del Pla

Emmarcat en el Pla de viabilitat econòmica de la UPC, el Pla d'estalvi energètic tenia com a objectiu reduir el consum energètic un 25% durant el període 2010-2014 i contenir la despesa energètica total deguda a l'increment del preu de l'energia previst pels propers anys.

Dos dels eixos claus per desplegar el Pla van ser el Sistema de monitorització SIRENA i els Projectes d'Optimització Energètica (POE) dels edificis, un model propi i innovador d'incentivació de l'estalvi a nivell d'edifici per a grans organitzacions.

Desplegament del Pla

En un principi, l'actuació es va centrar en optimitzar al màxim la demanda energètica dels edificis mitjançant el canvi de comportament (gestió i ús dels espais i equipaments), ja que abans d'invertir en tecnologies més eficients i sostenibles, es requeria la implicació dels usuaris. La UPC va partir del treball executat durant els sis anys anteriors, durant els quals de forma pionera, havia fet recerca sobre els factors clau en el consum energètic d'edificis públics, havia invertit en monitorització i desenvolupat el sistema SIRENA.

El Pla va contemplar diverses línies d'acció, amb una atenció especial al treball en xarxa i a les estratègies de participació i de la col·laboració de la comunitat per a la gestió intel·ligent i responsable dels recursos públics. Es van desplegar més de 40 equips col·laboratius d'estalvi energètic, es van crear mecanismes i sessions de participació, jornades i activitats de formació, per cohesionar les xarxes de col·laboració i afavorir l'extensió del coneixement i les bones pràctiques.

L'aplicació del Pla es resumeix en 7 línies estratègiques entorn a l'objectiu de reduir un 25% el consum energètic dels campus de la UPC:

- Equips de treball col·laboratius

Es van anar activant de forma progressiva diferents equips de treball col·laboratius, com ara el Grup de treball d'Eficiència i Estalvi Energètic (GTEEE) format pels caps de manteniment dels campus de la UPC, el Servei de Prevenció i Riscos Laborals i el Servei d'Infraestructures els quals van dur a terme el seguiment del Pla i l'elaboració de propostes de millora; equips de Projectes d'Optimització Energètica (POE), els quals disposaven d'un coordinador, i de 2 a 4 persones més que representaven els diferents tipus d'usuaris i coneixements necessaris per intervenir en cada edifici; el Projecte col·laboratiu Biblioteques més sostenibles, d'on va sorgir la publicació de la *Guia d'estalvi energètic a les biblioteques de la UPC* [8]; el Programa CampusLab, amb el qual es volia accelerar el procés d'innovació i aprenentatge en les infraestructures dels campus de la UPC.

- Sistema de monitorització (SIRENA)

Aquest sistema va esdevenir un dels eixos principals del Pla i tenia per objectiu fer visible el consum en temps real d'electricitat (kWh), gas (kWh) i aigua (m³) dels edificis de la universitat. A més, SIRENA registra el consums cada 15 minuts.

- Accions de formació del personal

Es van organitzar diferents activitats formatives sobre estalvi energètic per als treballadors de la Universitat durant els anys 2011-2014.

- Decisions institucionals

Els òrgans de govern van prendre les decisions institucionals estratègiques per assolir els objectius marcats en l'àmbit energètic.

- Projectes d'Optimització Energètica

Es va instaurar el model dels Projectes d'Optimització Energètica (POE) d'edificis de la UPC com a instrument per reduir progressivament la seva demanda energètica. Aquest instrument va potenciar la corresponsabilització del treball cooperatiu en equips de millora en els edificis dels campus de la UPC. L'any 2014 hi van participar un 95% dels edificis de la UPC. Les mesures del POE es van enfocar en cinc direccions:

- Equips de treball col·laboratiu
- Monitorització i dades
- Conscienciació i comunicació
- Millores de la gestió
- Inversions tècniques

- Comunicació i sensibilització

Va esdevenir un pilar bàsic del Pla, la comunicació contínua de les decisions, els avenços i resultats, les recomanacions i les accions realitzades. L'eix vertebrador de la comunicació va ser la pàgina web www.upc.edu/estalvienergetic. No obstant, també es van fer servir els e-mails, el butlletins informatius, les xarxes socials, les etiquetes adhesives i cartells, i les sessions de treball pels membres dels equips dels POE.

- Inversions en eficiència energètica

Malgrat que el principi del Pla era la intervenció sobre el comportament dels usuaris, es va aprofitar per realitzar algunes actuacions d'inversió. Les inversions acumulades entre els anys 2011 i 2014 va ser d'uns 600.000€ i es van aplicar principalment en les instal·lacions d'il·luminació, clima, automatització i mitjans d'elevació. Una part de l'estalvi aconseguit es retornava a l'edifici per a reinvertir-lo en noves mesures d'estalvi i eficiència a l'edifici.

Resultats del Pla

Un cop finalitzat el termini del Pla, els resultats principals que es van poder extreure van ser:

- 27% d'estalvi energètic basat en l'optimització (superant l'objectiu plantejat del 25%). La reducció va ser del 20% en electricitat i del 42% en gas.
- Contenció de la factura energètica total tot i l'increment previst del preu de l'energia.
- Organització i involucració de la comunitat en la sostenibilitat energètica.
- Referència com a institució pública compromesa amb l'estalvi energètic.

Un cop es van analitzar els resultats obtinguts, de l'avaluació del Pla se'n van extreure dues idees clau. Primer, que calia seguir amb el disseny i desenvolupament transversal, participatiu i col·laboratiu que tant bon resultats havia donat. I segon, que les estratègies d'optimització podien arribar a tocar sostre aviat, i calia passar a un model energètic integral, que combinés adequadament les energies renovables, l'eficiència energètica i l'ús de la gestió intel·ligent de l'energia per part de la comunitat.

3.2.2. Pla d'Estalvi Energètic 2020

Marc de referència

Degut als excel·lents resultats obtinguts amb el Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014, el 8 d'octubre de 2015 es va aprovar el Pla UPC 2020 de Sostenibilitat Energètica. En l'actualitat, aquest Pla és l'expressió estratègica de la política de la Universitat en aquest àmbit. La UPC va signar un conveni amb l'ICAEN l'any 2015 per millorar l'eficiència energètica en les instal·lacions dels edificis de la Universitat i reduir-ne la despesa energètica.

A nivell europeu, aquest nou Pla s'emmarca en l'estratègia UE 20-20-20 d'eficiència energètica per 2020. A nivell de l'estat, la política s'emmarca en la transposició de les directives esmentades en el Pla Nacional d'Acció d'Eficiència Energètica 2014-2020. Mentre que a Catalunya la referència és el Pla de l'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020.

Principis del Pla

El Pla assumeix com a propis els principis de la UPC, i fa especial èmfasi en el següents:

- Sostenibilitat integral (econòmica, ambiental, social)

- Campus com a laboratori d'experimentació (CampusLAB)
- Compromís i interacció amb l'entorn
- Transversalitat, col·laboració i participació
- Coherència, transparència i exemplaritat
- Gestió àgil, simplicitat i eficàcia

Objectius del Pla

El nou Pla UPC 2020 té una missió doble:

- Assolir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni, sostenible a mig i llarg termini.
- Experimentar la innovació als campus per potenciar el rol de la universitat com a recurs de coneixement i aprenentatge vers una societat sostenible energèticament.

Desplegament del Pla

Per complir amb els objectius establerts, el Pla defineix les línies estratègiques i de suport, així com les fites a assolir l'any 2020, que guiaran el desplegament progressiu de la política a nivell d'actuacions. A més, a nivell econòmic, com a mínim el 10% de la dotació anual del Pla d'Inversions Universitàries (PIU) tindrà per finalitat la sostenibilitat energètica de la UPC.

Taula 2. Desplegament del Pla d'Estalvi Energètic 2020. Font: Pla UPC 2020 de Sostenibilitat Energètica [1]

Línies clau	Fites 2020	Actuacions principals
1.Gestió i optimització de la demanda energètica. Reduir la demanda dels edificis al mínim possible a partir d'accions de gestió	Assumir els objectius de la UE (20% de reducció del consum energètic respecte 2007) Internalitzar les responsabilitats en la gestió sostenible	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar la demanda real dels edificis (kWh/m2 per any o altres indicadors). • Mantenir mesures per la reducció del consum i evitar la relaxació. • Vincular l'auditoria d'espais a la política energètica. • Designar un responsable de gestió sostenible a cada edifici (o conjunt d'edificis)
2.Eficiència energètica i gestió de les instal·lacions. Utilitzar els sistemes més eficients per a cobrir les necessitats	10% del PIU destinat a inversions d'eficiència energètica 100% d'edificis UPC certificats energèticament Professionalitzar la gestió energètica a tots els campus (1 gestor energètic / Campus)	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la certificació dels edificis. • Desenvolupar un model de prioritització de les inversions basat en l'estratègia Near Zero Energy Buildings (NZEB) de la UE, i la reinversió de part dels estalvis en eficiència. • Realitzar inversions d'eficiència energètica. • Incloure criteris d'eficiència energètica en tots els nous contractes. • Fer un projecte específic d'actuacions en Centres de Processament de Dades i sales de servidors.
3.Energia renovable. Potenciar l'ús d'energia renovable als campus per avançar cap a l'autosuficiència energètica	20% d'energia renovable	<ul style="list-style-type: none"> • Establir els criteris de compra d'energia. • Promoure instal·lacions pròpies d'energies renovables als campus. • Realitzar experiències de xarxes "Smart Grid".
4.CampusLAB Convertir el campus en un laboratori d'experimentació en sostenibilitat energètica vinculant	10 edificis de la UPC seleccionats com a espais pilot preferents 200 estudiants involucrats (TFG, TFM, Doctorat, ...) en projectes acadèmics sobre el campus	<ul style="list-style-type: none"> • Promoure projectes de connexió recerca-docència-gestió (emmarcat en la plataforma CampusLab). • Oferir projectes CampusLab als programes acadèmics de les unitats. • Organitzar sessions de co-creació obertes i transversals.

Informe SIRENA 2016

L'Informe SIRENA 2016 té com a objectiu avaluar l'evolució dels consums de subministraments de la UPC i el seu impacte econòmic, alhora, repassa les diferents línies del Pla UPC Energia 2020. Destacar que és el primer informe que es va generar dintre del Pla d'Estalvi Energètic 2020.

L'Informe SIRENA 2016 fa èmfasis a l'impacte que ha tingut la incorporació del Campus Diagonal Besòs al conjunt de campus de la UPC durant el mateix any. A més, ressalta els estalvis aconseguits a partir de la compra conjunta i consorciada d'energia coordinada pel CSUC i que s'està realitzant des de l'any 2013.

En l'àmbit de les energies renovables i l'autoconsum, es van iniciar diferents proves pilot:

- Edifici Gaia (Campus Terrassa). Instal·lació de 120 panells fotovoltaics de potència total 25kW, la qual aporta a l'edifici el 10% del seu consum elèctric.
- Projecte BISOL (ETSEIB). Instal·lació aïllada modular i ampliable que inicialment serà de 4kW. Té com a objectiu electrificar els espais d'estudi de la Biblioteca de la l'ETSEIB a partir d'energia renovable per a la càrrega de portàtils i tauletes.
- Solar Campus Terrassa (Campus Terrassa). Instal·lació solar fotovoltaica situada als edificis de la Biblioteca i CD6, amb una potència conjunta de 25kW.

Els resultats més destacables de l'Informe executiu són els següents:

- Consum energètic. El consum energètic durant el 2016 ha augmentat un 10% respecte el 2015. La UPC es trobava un 9% per sobre de l'objectiu 2020 (l'anàlisi va incloure el Campus Diagonal Besòs i, històricament, els subministraments de l'EUETIB).
- Consum aigua. Durant els anys 2015 i 2016, el consum d'aigua va augmentar un 12% i un 8% respectivament en base al 2014.
- Impacte del Campus Diagonal Besòs. El nou Campus representa una expansió de la superfície UPC d'un 10%. Sense aquest, el consum de la UPC respecte 2015 s'hagués reduït un 3%, amb un estalvi econòmic de 0,7M€.
- Contenció de la despesa. L'estalvi assolit en el conjunt dels campus ha permès absorbir la despesa de subministraments del Campus Besòs i mantenir-se als 5,27M€ (energia i aigua).
- Claus de l'estalvi econòmic. Les claus van trobar-se en la millora de la contractació energètica, optimització de les potències i reducció del consum.
- Propostes de futur. Diagnòstic de l'obsolescència de les instal·lacions, inversions, energies renovables, certificació i estudis dels edificis de la UPC i CampusLAB.

Informe SIRENA 2017

L'informe SIRENA 2017 avalua l'evolució dels consums de subministraments de la UPC i el seu impacte econòmic durant els darrers anys. Destaca que s'han certificat 30 edificis de la UPC, i que n'hi ha 10 més pendents de tramitació o en fase d'estudi.

El 63% del consum d'energia (en kWh) es deu a electricitat, el 27% a gas i un 10% a Districlima. El 85% de l'energia es consumeix a quatre campus: un 38% al Campus Nord, un 18% al Campus Sud, un 16% al Campus Diagonal Besòs i un 13% al Campus de Terrassa.

Els resultats més destacables de l'Informe executiu són els següents:

- Consum energètic. El consum energètic durant el 2017 ha augmentat un 5%, que es suma al 10% d'increment de l'any 2016. La UPC es troba 16 punts per sobre de l'objectiu 2020 (reducció del 20% respecte 2007).
- Consum aigua. L'any 2017 es redueix lleugerament, en un 2%, el consum d'aigua, després de l'augment dels darrers anys.
- Contenció de la despesa. La despesa es manté estable malgrat l'increment del consum. Les claus d'aquests resultats han estat l'optimització de les potències contractades (10,27 MW a 6,80 MW) i la millora en la contractació energètica.
- Compra verda d'energia. Com a resultat de la licitació conjunta de les universitats catalanes amb el CSUC, l'energia adjudicada per al 2018 és d'origen 100% renovable tant en alta com en baixa tensió.
- Impacte del Campus Diagonal Besòs. La posada en marxa del Campus Diagonal Besòs (2016) va suposar un increment del consum energètic del 10%. El 2017 el consum energètic al Campus ha augmentat un 39%, la qual cosa ha repercutit de manera important en el consum total de la Universitat. Aquest Campus representa una expansió de la superfície UPC del 10% i un 16% del consum energètic total.
- Contenció de la despesa. L'estalvi assolit al conjunt de la Universitat ha permès absorbir la despesa de subministraments del Campus Diagonal Besòs i mantenir-se als 5,2M€ (energia i aigua).
- Claus de l'estalvi econòmic. Millora en la contractació energètica, optimització de les potències i reducció del consum. L'informe recalca que aquestes línies d'acció estan arribant al seu límit, per la qual cosa cal trobar finançament per a inversions en eficiència, a partir de la capitalització dels estalvis assolits, empreses de serveis energètics, fons europeus i altres opcions.

- Propostes de futur. Projecte pilot amb l'ICAEN, diagnòstic de l'obsolescència de les instal·lacions, inversions, energies renovables, certificació i estudis dels edificis de la UPC, CampusLAB i seguiment dels consums i comunicació.

4. Subministraments. Facturació energètica i d'aigua

Per tal de poder comprendre amb més facilitat els termes que influeixen en la despesa total de la UPC, és necessari descriure en el present capítol els conceptes que apareixen en les factures dels diferents subministraments: electricitat, gas, Districlima i aigua.

4.1. Electricitat

4.1.1. Sector elèctric espanyol

Fins a l'any 1997, l'activitat del sector elèctric espanyol es centrava en empreses caracteritzades per una important estructura vertical, les quals exercien un monopoli a les diferents zones del país.

L'aprovació de la Llei 54/1997, del 27 de novembre, del Sector Elèctric [9], va suposar l'inici del procés de liberalització del sector mitjançant l'apertura de les xarxes a tercers, l'establiment d'un mercat organitzat de negociació de l'energia i la reducció de la intervenció pública en la gestió del sistema.

La norma bàsica que en l'actualitat regula l'estructura i el funcionament del sector, i amb la qual es va derogar l'antiga Llei 54/1997, és la Llei 24/2013, de 26 de desembre [10]. La norma manté la distinció entre les activitats regulades i les no regulades, ja recollida en la norma anterior. Al mateix temps, fonamenta la competència efectiva en el sector, introduint, entre altres mesures, un augment de la competència de les comercialitzadores de referència, millorant la posició del consumidor en quant a la informació disponible i facilitant els processos de canvi de subministrador.

4.1.2. Activitats regulades vs. activitats liberalitzades

Dins del sistema de subministrament elèctric es poden diferenciar quatre activitats: la generació, el transport, la distribució i la comercialització.

- La **generació** consisteix en la producció d'energia elèctrica, ja sigui mitjançant centrals de règim ordinari (tèrmiques, nuclears, cicles combinats de gas, i les grans centrals hidràuliques de més de 50 MW) o a través d'energies renovables, cogeneració i residus (fonts d'energia anteriorment denominades de règim especial). L'energia obtinguda es ven al mercat o directament als grans consumidors.

- El **transport** té per objectiu la transmissió d'energia elèctrica per la xarxa de transport, utilitzada amb la finalitat de subministrar-la a distints usuaris i per a realitzar intercanvis internacionals. El gestor de la xarxa de transport a Espanya (península, Balears i Canàries) és Red Eléctrica.
- La **distribució** té com a objectiu la transmissió d'energia elèctrica en les adequades condicions de qualitat des de les xarxes de transport, des d'altres xarxes de distribució o des de la mateixa generació connectada a la pròpia distribució, fins els punts de consum o altres xarxes de distribució, per tal de subministrar-la finalment als consumidors.
- La **comercialització** es duta a terme per part de les empreses comercialitzadores d'energia elèctrica que, accedint a les xarxes de transport o distribució, tenen com a funció la venda d'energia elèctrica als consumidors i a altres subjectes segons la normativa vigent.

L'explotació de les xarxes elèctriques (transport i distribució) està subjecte a economies d'escala, ja que són activitats regulades que funcionen sota un règim econòmic. Presenten un caràcter de monopoli natural, que fa ineficient la introducció de la competència en aquestes activitats. D'altra banda, la generació i la comercialització d'energia es consideren activitats de lliure competència ja que es regeixen per les lleis d'oferta i demanda.

La llei del Sector Elèctric va establir l'obligació de separar jurídica i comptablement dins les pròpies empreses elèctriques les activitats regulades (transport i distribució) de les activitats liberalitzades (generació i comercialització), evitant d'aquesta forma els abans esmentats monopolis empresarials.

4.1.3. Mercat elèctric espanyol

El mercat elèctric permet la compra i venda d'electricitat entre els agents (productor, consumidors, comercialitzadors, etc.) a un preu conegut, transparent i accessible. El mercat elèctric espanyol està estructurat en una sèrie de mercats on la generació i la demanda intercanvien energia i reserves per a diferents períodes de temps.

- **Mercat diari (dia D-1)**

Els preus de l'electricitat a Europa es fixen diàriament (tots els dies de l'any) a les 12:00 hores, per a les vint-i-quatre hores del dia següent, en el que coneixem com a Mercat Diari. El preu i el volum d'energia, a una hora determinada, s'estableix pel creuament entre l'oferta i la

demanda, seguint el model marginalista adoptat per la UE, en base a un algoritme aprovat per tots els mercats europeus.

- **Mercat intradiari**

Després del mercat diari, els agents poden tornar comprar i vendre electricitat en el mercat intradiari, és a dir, a diferents sessions de contractació unes hores abans del temps real. Existeixen sis sessions de contractació basades en subhastes, on el volum d'energia i el preu per cada hora es determinen per la intersecció entre l'oferta i la demanda.

Els mercats intradiaris permeten als agents compradors i venedors reajustar els seus compromisos fins a quatre hores abans del temps real. A partir d'aquest moment, existeixen altres mercats gestionats per l'Operador del Sistema (OS) en el que s'assegura en tot moment l'equilibri entre la producció i el consum.

4.1.4. Contractació elèctrica

A l'hora de contractar un subministrament elèctric, el consumidor pot acollir-se a una tarifa a preu regulat o a preu lliure.

- **Preu regulat**

La tarifa PVPC (Preu Voluntari al Petit Consumidor), anteriorment coneguda com a Tarifa d'Últim Recurs (TUR), està pensada per aquells consumidors que tenen menys de 10 kW contractats i que es volen acollir a un preu regulat pel Ministeri d'Indústria.

Durant l'any 2014 es va publicar al BOE el Reial Decret 216/2014, de 28 de març [11], on s'establia la metodologia de càlcul dels preus voluntaris per al petits consumidor d'energia elèctrica i el seu règim jurídic de contractació. El PVPC canvia la metodologia amb la qual es calcula el preu de l'energia en la factura, ja que abans es fixava mitjançant subhasta de forma trimestral, mentre que ara es factura a partir del preu del mercat d'electricitat.

El preu final en la tarifa PVPC depèn de l'equilibri oferta-demanda entre qui produeix l'energia i les empreses que la venen als consumidors. Per aquest motiu, el preu de l'electricitat varia cada hora i dia segons aquest balanç.

- **Preu lliure**

Les tarifes de mercat lliure es van veure menys afectades per la reforma elèctrica, degut a que el preu estava establert per cada comercialitzadora. Els clients que es volen acollir a aquest tipus de mercat por fer-ho amb aquestes dues opcions:

- Tarifa fixa anual que marca un preu elèctric per tot l'any.
- Tarifa a preu liberalitzat, el qual s'actualitza cada cert temps i que es pacta amb el client.

Qualsevol consumidor pot acollir-se a aquestes tarifes de mercat lliure, independentment de la potència que tingui contractada. Els consumidors poden contractar qualsevol comercialitzadora de lliure mercat conforme al preu i les condicions que es pactin entre ells (contractació bilateral).

4.1.5. Factura elèctrica. Conceptes

Els consumidors d'electricitat, independentment del tipus de mercat que escullin, estan subjectes als peatges d'accés fixats pel govern, els quals inclouen el costos de transport, distribució i manteniment de la xarxa elèctrica, possibles penalitzacions, en molts de casos al lloguer d'equips de mesura i finalment als impostos aplicats per l'Estat. A continuació es descriuen breument els conceptes que intervenen en la facturació elèctrica.

- **Terme d'energia**

El terme d'energia correspon a la facturació per consum (en kWh) mesurat pel comptador. L'import que s'abona per aquest concepte és el resultat de multiplicar l'energia consumida durant el període de facturació que correspon pel preu del terme d'energia, que depèn de la tarifa que es té contractada. Els peatges d'accés s'apliquen a aquest concepte.

- **Terme de potència**

La potència contractada és la potència que apareix a la pòlissa de la companyia elèctrica i suposa la potència màxima, en kW, que es pot assolir simultàniament. Aquesta potència contractada, denominada en la factura elèctrica com a terme de potència, és un terme fix i independent del consum. A l'igual que amb el terme d'energia, el peatge d'accés s'aplica al terme de potència contractada.

Les noves tarifes elèctriques de la Reforma Energètica han augmentat aquesta part fixa de la factura, la qual no depèn del consum de l'usuari, de manera que els esforços per estalviar en consum d'electricitat no es veuen reflectits a la factura. Per aquest motiu resulta beneficiós pels usuaris, disposar d'una terme de potència contractada ajustat segons les seves necessitats en cada període tarifari.

Es classifiquen les possibles tarifes que pot trobar un usuari depenent de la potència contractada i de la tensió de consum (baixa tensió i alta tensió).

Taula 3. Tarifes d'accés de baixa tensió al consum elèctric.

Tarifa d'accés	Descripció tarifa d'accés	Potència contractada
Tarifa 2.0A	Tarifa simple	Fins a 10 kW
Tarifa 2.0DHA	Tarifa simple amb dos períodes de discriminació horària	
Tarifa 2.0DHS	Tarifa simple amb tres períodes de discriminació horària	
Tarifa 2.1A	Tarifa simple	Entre 10 i 15 kW
Tarifa 2.1DHA	Tarifa simple amb dos períodes de discriminació horària	
Tarifa 2.1DHS	Tarifa simple amb tres períodes de discriminació horària	
Tarifa 3.0A	Tarifa amb tres períodes de discriminació horària	Més de 15 kW

Taula 4. Tarifes d'accés d'alta tensió al consum elèctric.

Tarifa d'accés	Descripció tarifa d'accés	Potència contractada
Tarifa 3.1A	Tarifa amb tres períodes de discriminació horària amb potència contractada en tots els períodes igual o inferior a 450 kW	Entre 1 i 36 kV
Tarifa 6.1	Tarifa amb sis períodes de discriminació horària amb potència contractada en alguns dels períodes superior a 450 kW	
Tarifa 6.2	Tarifa amb sis períodes de discriminació horària amb potència contractada en alguns dels períodes superior a 450 kW	Entre 36 i 72,5 kV
Tarifa 6.3	Tarifa amb sis períodes de discriminació horària amb potència contractada en alguns dels períodes superior a 450 kW	Entre 72,5 i 145 kV
Tarifa 6.4	Tarifa amb sis períodes de discriminació horària amb potència contractada en alguns dels períodes superior a 450 kW	Més de 145 kV
Tarifa 6.5	Tarifa amb sis períodes de discriminació horària amb potència contractada en alguns dels períodes superior a 450 kW	Connexions internacionals

- **Penalitzacions**

A la factura elèctrica es poden distingir diferents penalitzacions, ja sigui per excés en el consum d'energia reactiva o per excés en la potència màxima contractada.

En el primer cas, equips de caràcter inductiu com ara fluorescents, motors, equips electrònics, màquines d'aire condicionat, etc., indueixen un flux d'energia reactiva per les xarxes de distribució que produeixen pèrdues i problemes en aquestes. A causa d'aquest factor, les distribuïdores cobren una penalització en cas de que l'energia reactiva d'una instal·lació superi els límits establerts per la llei.

Normalment, aquests límits no es superen en llars, i les penalitzacions solen aplicar-se a empreses i negocis. Per evitar que s'apliquin aquestes penalitzacions, es realitza la instal·lació de bateries de condensadors, les quals eviten que el flux d'energia reactiva generada en la

instal·lació es traspassi a la xarxa de distribució. A més, aquests dispositius faciliten l'estabilització i qualitat de subministrament, optimitzant el dimensionament, augmentant el rendiment i la vida útil de la instal·lació.

Per altra banda, la companyia comercialitzadora també aplica unes certes penalitzacions en el cas d'arribar a potències màximes instantànies superiors a les contractades en cada període tarifari. Aquestes penalitzacions només s'apliquen a usuaris amb potència contractada superior als 15 kW, ja que els que estan per sota, presenten instal·lats interruptors de control de potència (ICP), el qual interromprà el servei en cas de superar la potència que tinguin contractada.

Els clients amb potència contractada superior als 15 kW, tindran instal·lat un maxímetre en el mateix comptador el qual mesurarà la potència màxima que s'ha utilitzat en cada període. El subministrament elèctric d'aquests clients no es veu interromput, no obstant es veuen penalitzats econòmicament sempre que sobrepassin el 105% de la potència contractada.

- **Lloguer d'equips**

En cas de que el comptador no sigui propietat del consumidor, a la factura elèctrica apareix un import referent al lloguer d'equips de mesura, el qual està establert pel Ministeri d'Energia, Turisme i Agenda Digital.

- **Impost elèctric**

L'impost sobre l'electricitat és un impost especial el qual presenta un tipus impositiu determinat per la llei espanyola. Aquest impost s'aplica sobre el terme d'energia i el terme de pot

- **Impost sobre el valor afegit (IVA)**

Impost del valor afegit corresponent al 21% sobre la suma dels conceptes anteriors.

4.2. Gas

4.2.1. Contractació de gas

El mercat del gas, igual que ocorre en el mercat elèctric, es troba liberalitzat de manera que els clients tenen la capacitat d'escollir la companyia que els hi facturarà el subministrament. Les opcions que tenen els usuaris per contractar el gas s'emmarquen en dos tipus de mercat: el mercat lliure i el mercat regulat.

La Llei 34/1998, de 7 d'octubre [12], del sector d'hidrocarburs, modificada per la Llei 12/2007, de 2 de juliol [13], suprimeix, a partir del dia 1 de gener de 2008, el sistema tarifari de gas natural i preveu l'establiment d'una tarifa d'últim recurs. El Mercat Organitzat de Gas a la Península Ibèrica va començar a operar en el mes de desembre de 2015, un cop fixat el marc normatiu per la Llei 8/2015, de 21 de maig [14], la qual modifica la Llei 34/1998 i les seves modificacions posteriors.

- **Mercat Regulat**

En el mercat regulat, és el propi Govern el que estableix uns preus de l'energia com a mesura de protecció dels consumidors en front de les companyies energètiques. Aquestes serien les Tarifes d'Últim Recurs (TUR), a les quals, en tenen accés els usuaris domèstics amb un consum anual inferior als 50.000 kWh i connectades a xarxes de baixa pressió (inferior o igual a 4 bar).

Les tarifes a les quals es poden acollir aquests consumidors de gas són les següents:

Taula 5. Tarifes d'accés al subministrament de gas en el mercat regulat.

Tarifa d'accés	Descripció tarifa d'accés
Tarifa TUR 1	Usuaris amb consum anual inferior o igual a 5.000 kWh. Recomanada per habitatges que només disposen de cuina de gas, o bé cuina i escalfador petit d'aigua.
Tarifa TUR 2	Usuaris amb consum anual entre 5.001 i 50.000 kWh. Recomanada per habitatges amb calefacció individual a gas (caldera) i petits comerços.

- **Mercat Lliure**

En el mercat lliure les empreses elaboren els seus propis preus aplicant descomptes, tant en terme fixe com en consum, amb l'objectiu de captar nous clients. A les tarifes de mercat lliure pot acollir-se qualsevol usuari independentment del seu consum anual.

Taula 6. Tarifes d'accés al subministrament de gas en el mercat lliure.

Tarifa d'accés	Descripció tarifa d'accés
Tarifa 3.1	Habitatges amb consum igual o inferior a 5.000 kWh any.
Tarifa 3.2	Habitatges amb consum entre 5.000 i 50.000 kWh any.
Tarifa 3.3	Habitatges amb consum entre 50.000 i 100.000 kWh any.
Tarifa 3.4	Habitatges amb consum superior als 100.000 kWh any.

4.2.2. Factura de gas. Conceptes

Els conceptes de facturació que apareixen a la factura del gas són molt similars als de la factura d'electricitat: terme fixe de gas, terme d'energia o consum, lloguer d'equips de mesura i diferents impostos.

- **Terme fixe de gas**

Aquest terme suposa una quota mensual a canvi de disposar en tot moment del gas. Inclou el manteniment de les instal·lacions de gas, així com els costos d'emmagatzematge, transport i distribució, etc. Aquest import és independent del consum.

- **Terme variable de gas**

Representa el consum de gas realitzat en el període de facturació indicat en la factura. El consum es mesura en m³, el qual es converteix a kWh mitjançant un factor de conversió [m³ consumits x PCS].

Els dos conceptes anteriors venen marcats per la companyia de gas, tant en el mercat regulat com en el mercat lliure, i es consideren factors variables perquè el client es pot acollir a una tarifa amb descomptes o no.

No obstant, la factura està composta per quatre aspectes més que són importants degut a que augmenten el rebut de gas, els quals, a més, són conceptes regulats per la distribuïdora i també pel Ministeri d'Indústria.

- **Impost especial sobre hidrocarburs**

És també conegut com cèntim verd i és un impost que es va establir durant l'any 2013. S'aplica sobre els kWh que han estat consumits a l'habitatge i venen fixats pel Govern.

- **Lloguer d'equips**

En el cas de que els equips de mesura sigui de l'empresa distribuïdora, en la factura es repercuteix el cost del lloguer.

- **Impost sobre el valor afegit (IVA)**

Impost del valor afegit corresponent al 21% sobre la suma dels conceptes anteriors.

- **Cànon de finca**

És un import que l'usuari ha d'abonar quan la instal·lació ha estat realitzada per la distribuïdora. Aquest concepte ve també reflectit baix el nom d'Instal·lació Receptora Comú (IRC).

4.3. Districlima

4.3.1. Que és Districlima?

Districlima és una xarxa urbana de calor i fred que permet proporcionar energia tèrmica a diversos edificis alhora. Aquesta energia s'utilitza per produir calefacció, refrigeració i aigua calenta sanitària en els edificis. Per tant, el sistema substitueix els sistemes convencionals de producció de fred i calor en els edificis. El sistema consta de 4 elements principals:

- **Central de producció d'energia:** és on es situen els sistemes de producció tèrmica d'alta eficiència i mínim impacte ambiental així com els sistemes d'impulsió d'aigua calenta i freda a la xarxa de distribució. Habitualment s'utilitzen fonts d'energia residuals (residus sòlids urbans o alternatius) amb equips d'alt rendiment energètic, minimitzant així el consum d'energies primàries d'origen fòssil i reduint l'emissió de gasos d'efecte hivernacle.
- **Xarxa de distribució:** és un sistema de canonades aïllades tèrmicament que transporta l'aigua calenta i freda fins als edificis. La xarxa està formada per dos tubs de servei de calor i dos de fred (impulsió i retorn) que contenen més de 17 milions de litres d'aigua. L'aigua freda circula a uns 5,5 °C i la calenta a uns 90 °C.
- **Subestació:** és la sala que conté els diferents equips encarregats de distribuir i mesurar l'aigua calenta i freda que necessita cada habitatge. La subestació és una sala de reduïdes dimensions situada a l'edifici de l'usuari.
- **Instal·lació interior:** és el conjunt d'instal·lacions, pròpies de l'edifici, a través de les quals es distribueix l'energia. Quan l'aigua calenta o freda arriba a l'edifici, s'utilitza en el sistema de calefacció o refrigeració mitjançant intercanviadors de calor, substituint els sistemes convencionals de generació de fred i calor (calderes, bombes de calor i refredadores).

Els avantatges mediambientals que ofereix el sistema Districlima són els següents:

- S'utilitzen fonts d'energia residuals en equips d'alt rendiment energètic, minimitzant així el consum d'energies primàries d'origen fòssil.
- Reducció d'emissió de gasos d'efecte hivernacle al ser una solució més eficient energèticament.
- Important reducció de pèrdues de refrigerant a l'atmosfera en relació amb els sistemes convencionals.
- Disminució de sorolls i vibracions en els edificis connectats al sistema.
- Nul impacte visual ja que el sistema permet que els terrats i façanes quedin totalment clars.

Els avantatges econòmics que ofereix Districlima són:

- Reducció dràstica de la potència elèctrica a contractar.
- Estalvi en la factura energètica de l'usuari.
- Reducció en el cost de manteniment i menor necessitat d'especialització dels tècnics.
- No cal comprar ni reposar els equips de producció propis.
- Major espai disponible per a la comercialització o altres usos.
- Edificis d'última generació amb un alt valor afegit.

També presenta grans avantatges pel que fa a seguretat:

- Garantia de seguretat i continuïtat del subministrament.
- Eliminació del risc de producció de legionel·losi a l'edifici quan s'eliminen les torres de refrigeració.
- Supervisió permanent de les instal·lacions per part d'especialistes, incloses les subestacions.
- Absència de gasos inflamables dins l'edifici.

4.3.2. Factura Districlima. Conceptes

Els termes que apareixen en la facturació de Districlima són: calor i fred part variable, calor i fred part fixa, fred part variable volum, més els impostos corresponents.

- **Calor-Fred part Variable**

La part variable de calor i fred correspon al terme de la factura que es fa per consum (en MWh tèrmics) durant el període de facturació, i que són registrats pels comptadors energètics. Els conceptes apareixen diferenciats en calor i fred depenent de l'ús que se'n fa de cada un.

- **Calor-Fred part Fixa**

Aquest concepte depèn de la potència tèrmica contractada en fred i en calor, les quals no tenen perquè ser la mateixa. Aquest terme de la factura és independent del consum de l'usuari.

- **Fred part Variable Volum**

Aquest concepte està expressat en m³ i compensa els sobre costos de bombeig que afecten a l'empresa subministradora d'energia degut al no manteniment del salt tèrmic contractual en el costat secundari de la instal·lació del client, en general establert a 8,5°C, que obliga a bombejar més aigua per aportar la mateixa energia.

- **Impost sobre el valor afegit (IVA)**

Impost del valor afegit corresponent al 21% sobre la suma dels conceptes anteriors.

4.4. Aigua

La factura de l'aigua presenta diferents conceptes que depenen dels agents que participen en la regulació, control i gestió del servei, com ara són: els organismes públics locals, els operadors privats i els organismes autonòmics. A continuació es descriuen els conceptes que apareixen en la factura de l'aigua.

- **Tarifa de subministrament**

L'estructura tarifària del servei de subministrament d'aigua presenta dues parts diferenciades, una part fixa, denominada quota de servei la qual es paga en concepte de disponibilitat immediata i accés permanent al servei d'aigua, i una part variable que depèn del consum que es faci.

La part variable es troba organitzada en 5 trams de consum amb diferents preus. Aquests trams estableixen una progressió de consum i de preu. El sistema tarifari per trams permet fomentar un consum responsable de l'aigua.

Taula 7. Trams de consum en la facturació de l'aigua.

Trams	Característiques bàsiques
Primer tram	De 0 a 6 m3 al mes. És un tram amb un preu bonificat, per facilitar l'accés al consum vital d'aigua.
Segon tram	Entre 6 i 9 m3 al mes. És el tram de consum bàsic, considerant 3 persones per habitatge i un consum de 100 litres per persona i dia. El consum bàsic s'ha establert tenint en compte la reducció de la dimensió de les unitats de convivència i l'evolució dels hàbits de consum que han suposat un descens del consum domèstic.
Tercer tram	Entre 9 i 15 m3 al mes.
Quart tram	Entre 15 i 18 m3 al mes.
Quint tram	Consum superior als 18 m3 al mes.

- **Cànon de l'aigua**

El cànon de l'aigua és un tribut que recol·lecta la Institució Autònoma corresponent per tal de complir amb la normativa aplicable en vigor. Aquest cànon és un impost amb finalitat ecològica sobre l'ús de l'aigua, a través del qual els usuaris contribueixen als costos dels serveis del cicle de l'aigua. L'objectiu és fomentar l'ús eficient de l'aigua i estimular la reducció dels consums més elevats.

- **Taxa de clavegueram**

Aquesta taxa es recaptada per part dels respectius ajuntaments municipals.

- **Impost sobre el valor afegit (IVA)**

El tipus d'IVA pel subministrament i el cànon de l'aigua és del 10%.

5. Evolució del consum i la despesa econòmica de la UPC

L'any 2014, el consum energètic de la UPC es va reduir un 18% respecte l'any 2007 en gran mesura degut a l'aplicació del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014. No obstant, durant l'any 2017, el consum d'electricitat, gas i Districlima ha augmentat un 5%, el qual es suma al 10% d'increment de l'any 2016. Això representa un augment del 17,6% respecte al nivell assolit el 2014 en el marc del Pla d'Estalvi Energètic.

Aquest creixement energètic es deu en gran mesura a l'apertura del Campus del Besòs i a la seva xarxa de Districlima de subministrament de fred i calor.

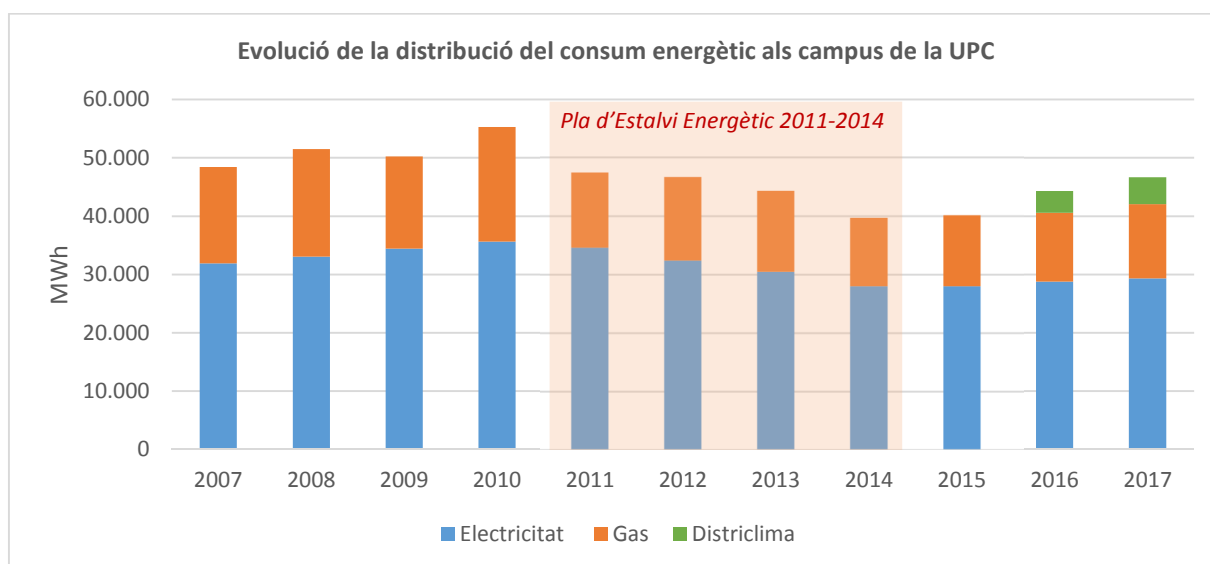


Figura 5.1. Evolució i distribució del consum energètic als Campus de la UPC.

Per altra banda, l'any 2014 el consum d'aigua a la UPC es va reduir un 35% respecte l'any 2007. Els dos anys següents, 2015 i 2016, el consum d'aigua va créixer un 20% respecte l'any 2014. No obstant, l'any 2017 el consum d'aigua a la UPC s'ha reduït lleugerament en un 2%, després de l'augment dels darres anys.

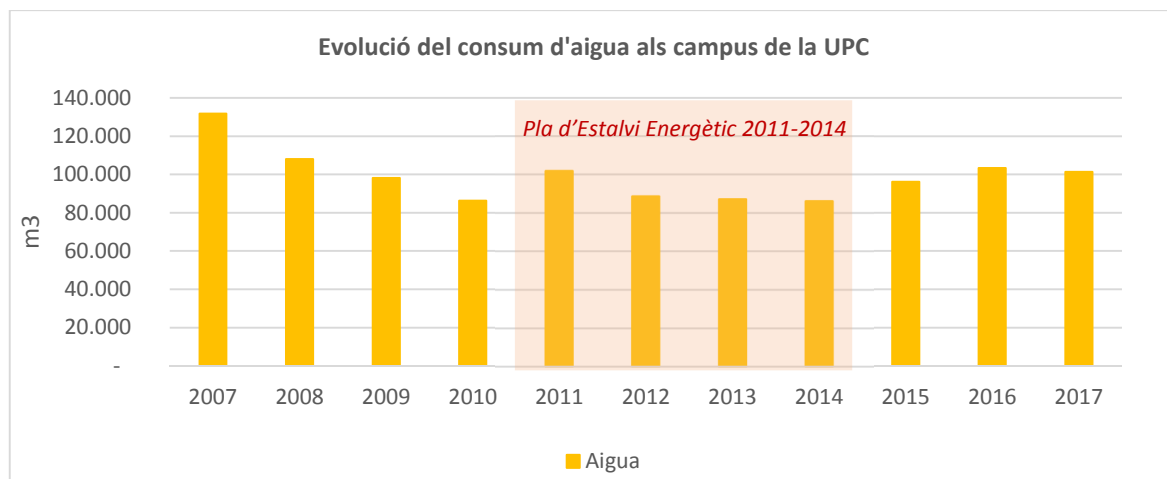


Figura 5.2. Evolució del consum d'aigua als Campus de la UPC.

Tot seguit es mostra l'evolució en aquests darrers anys de la despesa energètica i la seva distribució depenent del subministrament. L'any 2017 la despesa s'ha reduït lleugerament en un 2%, arribant als 5,21 M€. Va ser l'any 2013 quan la despesa energètica va assolir el seu màxim (gairebé 6 M€). Aquest pic es deu en gran mesura a l'augment en la facturació elèctrica motivat per l'increment en les tarifes del terme de potència contractada.

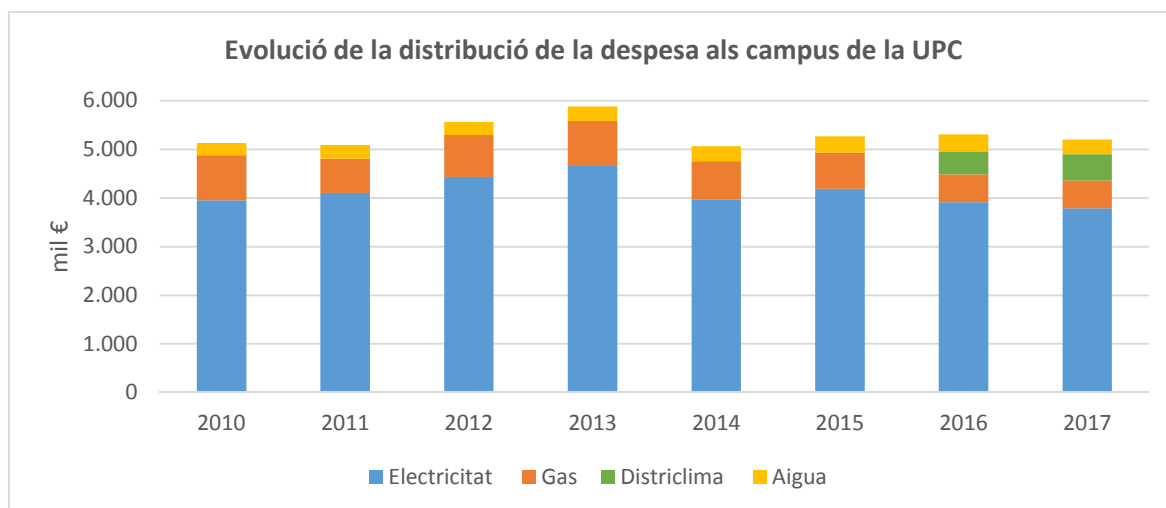


Figura 5.3. Evolució i distribució de la despesa associada als subministraments en els Campus de la UPC.

En la figura 5.4. es pot observar el pes de cada subministrament energètic durant l'any 2017 en els campus de la UPC. Destaca el consum d'electricitat amb un 63% del consum energètic total. També és important ressaltar el consum de Districlima amb un 10%, ja que aquest

subministrament suposa un percentatge destacable i només hi és present al Campus del Besòs.

En la figura 5.5 es representa la distribució de la despesa per subministrament. L'electricitat suposa un cost de gairebé tres quarts del total. El cost que suposa Districlima en un únic campus (Besòs) és similar a la despesa referent al gas en la resta dels campus de la UPC. Encara que la diferència en consum és elevada (12,73 GWh gas per 4,61 GWh Districlima) el cost que suposen ambdós subministraments és pràcticament idèntic. Si segueix la tendència actual, Districlima es convertirà en el segon subministrament en quant a despesa econòmica. Es determina, doncs que, Districlima presenta un cost energètic (€/kWh) superior al gas, com es podrà observar tot seguit.

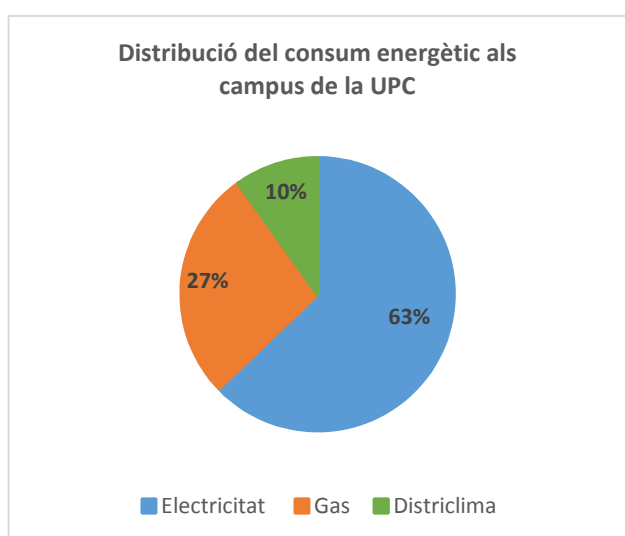


Figura 5.4. Distribució del consum energètic a la UPC l'any 2017

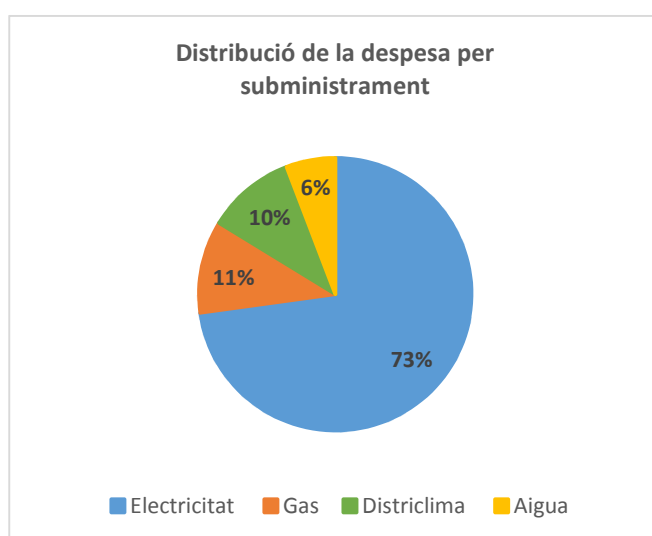


Figura 5.5. Distribució de la despesa per subministrament l'any 2017

Les figures següents representen l'evolució en els darrers anys de la relació existent entre el consum i la despesa per cada subministrament energètic i d'aigua.

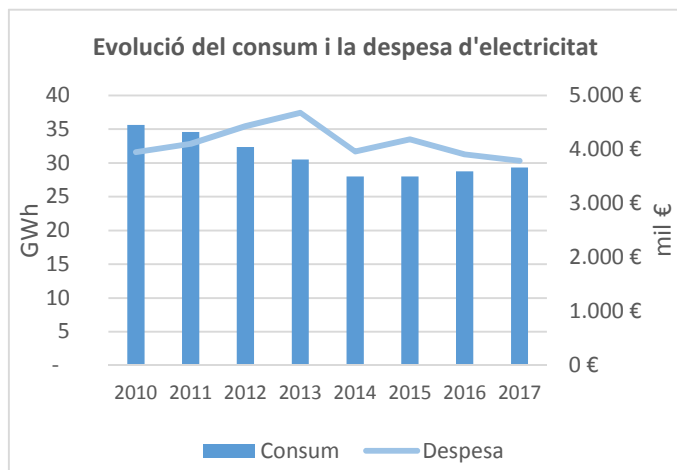


Figura 5.6. Evolució del consum i la despesa d'electricitat

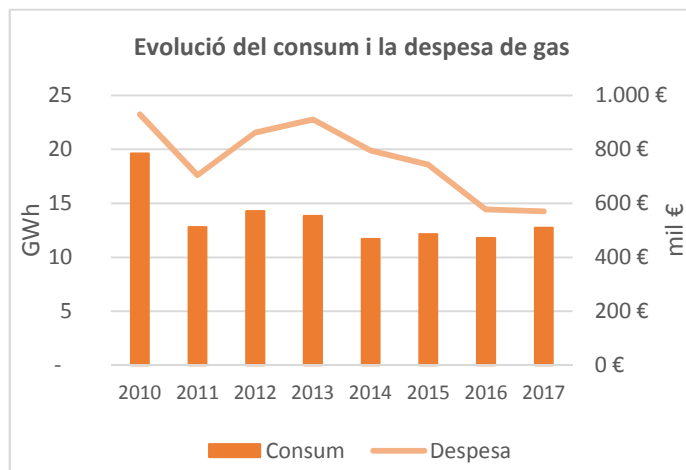


Figura 5.7. Evolució del consum i la despesa de gas

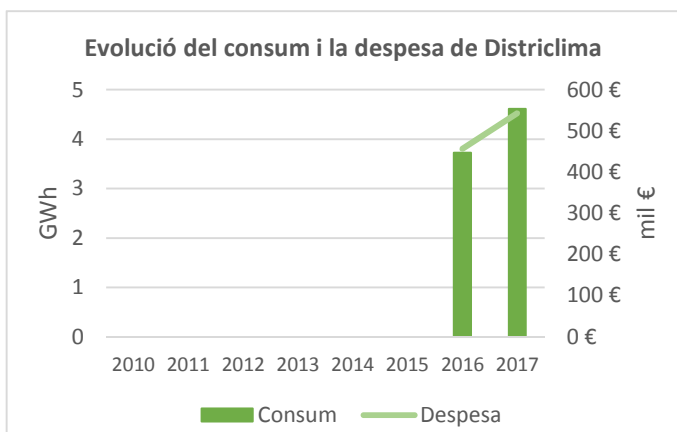


Figura 5.8. Evolució del consum i la despesa de Districlima

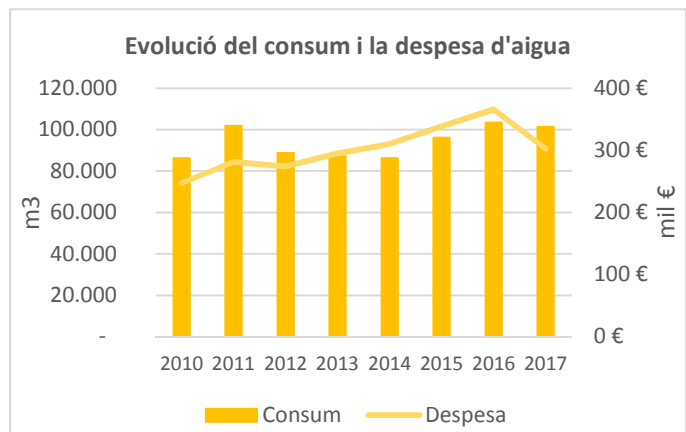


Figura 5.9. Evolució del consum i la despesa d'aigua

En el cas de l'electricitat, no sempre un estalvi energètic ha anat acompanyat d'un estalvi econòmic (Figura 5.6). La despesa d'electricitat va augmentar considerablement l'any 2013 tot i a la reducció del consum elèctric aconseguida gràcies als esforços realitzats en els diferents campus de la UPC. Aquest augment en la facturació elèctrica es deu a l'increment econòmic en les tarifes del terme de potència d'aquell mateix any. Aquesta modificació en la facturació elèctrica va fer que fos imprescindible comptar amb una potència contractada ajustada, en cada període, a les necessitats de cada edifici.

També cal destacar que l'apertura del Campus del Besòs, a mitjans de l'any 2016, no ha tingut un gran impacte pel que fa al consum elèctric i a la seva despesa. Aquest fet és deu en gran part a l'estalvi aconseguït en la resta dels campus, la qual cosa ha permès absorbir l'entrada en funcionament d'aquest darrer campus. Aquest estalvi econòmic s'ha obtingut principalment per tres factors: reducció del consum, l'optimització de les potències contractades i la millora en la contractació energètica.

Des de l'any 2013, la UPC, juntament amb altres universitats, participa en el grup de compra d'energia coordinada pel CSUC. La compra conjunta permet obtenir un millor preu i, a més, contribueix a l'intercanvi de bones pràctiques per disminuir tant el consum com l'optimització de tarifes i la reducció de potències.

Pel que fa al gas, s'han aconseguit estalvis energètic i econòmics importants en la darrera dècada (Figura 5.7). El consum de gas està condicionat a la climatologia de la zona, per la qual cosa es veurà afectat depenent de si un any es més o menys fred. Destacar que malgrat l'any 2014 i l'any 2016 el consum de gas va ser pràcticament el mateix, la despesa l'any 2016 es va veure reduïda més d'un 20% respecte l'any 2014. També es va optimitzar la contractació del subministrament de gas.

Per altra banda, del subministrament de calor i fred de Districlima només es tenen dades a partir de l'any 2016 (Figura 5.8). La facturació de Districlima es va iniciar el mes de febrer de 2016, no obstant, no va ser fins el mes de maig del mateix any quan es va iniciar el consum energètic. S'haurà de vigilar el consum energètic de Districlima en els propers anys per veure com evoluciona aquest subministrament.

Malgrat el repunt del 2011, durant el període 2010-2014 el consum d'aigua es va estabilitzar al voltant dels 87.000 m³ (Figura 5.9). Els dos anys següents, 2015 i 2016, el consum d'aigua inicia una tendència a l'alça i creix al voltant d'un 20%. L'any 2017, el consum d'aigua es redueix lleugerament (-2%). A més, la despesa en el consum d'aigua ha estat de 302.505€, un 17% inferior a l'any anterior.

En Figura 5.10 es representa l'evolució del preu mig per cada subministrament present als campus de la UPC.

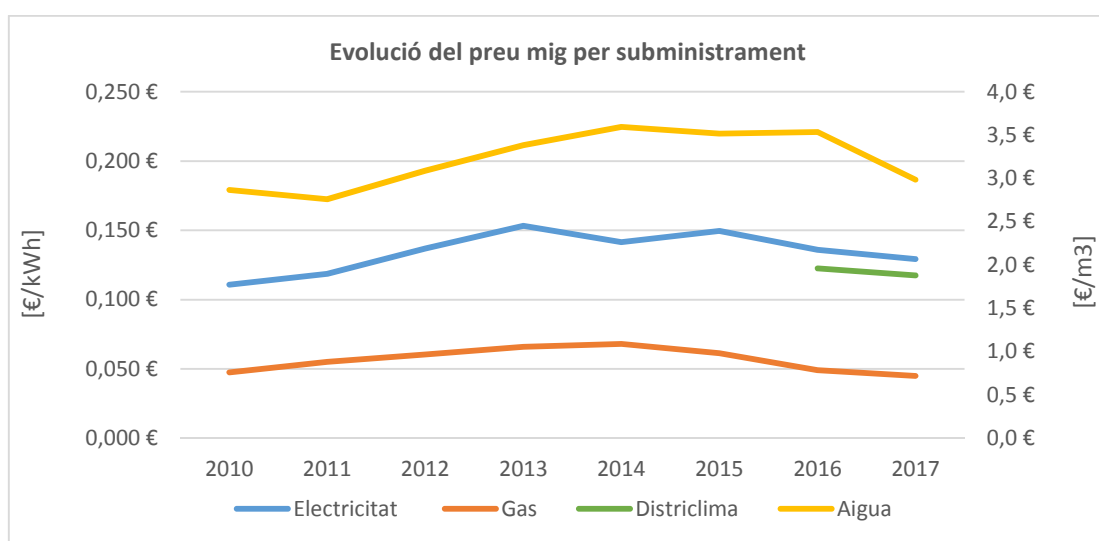


Figura 5.10. Evolució del preu mig per subministrament

El preu mig de l'electricitat l'any 2010 era de 0,111 €/kWh, el qual va tenir una tendència creixent fins a arribar a un màxim de 0,153 €/kWh l'any 2013. A partir d'aquí va disminuir fins a establir-se a 0,129 €/kWh l'any 2017.

El gas és el subministrament energètic que presenta un preu mig més baix. En els darrers anys, el màxim que s'ha arribat ha estat de 0,068 €/kWh l'any 2014. No obstant, el preu mig del gas aquest darrer any 2017 ha estat de 0,045 €/kWh.

El kWh d'energia subministrat per Districlima resulta una mica més econòmic que el kWh elèctric, però més car que el gas. L'any 2017 el preu va ser de 0,118€/kWh.

Pel que fa a l'aigua, el m3 d'aigua va pujar de 2,76 €/m3 a l'any 2011 fins a 3,60 €/m3 l'any 2014. L'any 2017 el preu mig pel subministrament d'aigua va ser de 2,99 €/m3.

Al finalitzar l'any 2017, la UPC es troba lluny d'assolir l'objectiu marcat en el Pla d'Estalvi Energètic 2020, on el consum energètic s'ha de reduir un 20% respecte a les dades de l'any 2007. El consum energètic supera en quasi 8 GWh l'objectiu marcat per la Universitat.

L'any que la UPC va estar més pròxim a la meta va ser en el 2014, coincidint amb el darrer any del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014. A dia d'avui resulta complicat que es pugui coincidir l'objectiu, sobretot després de la posada en funcionament del Campus del Besòs i el seu subministrament de Districlima.

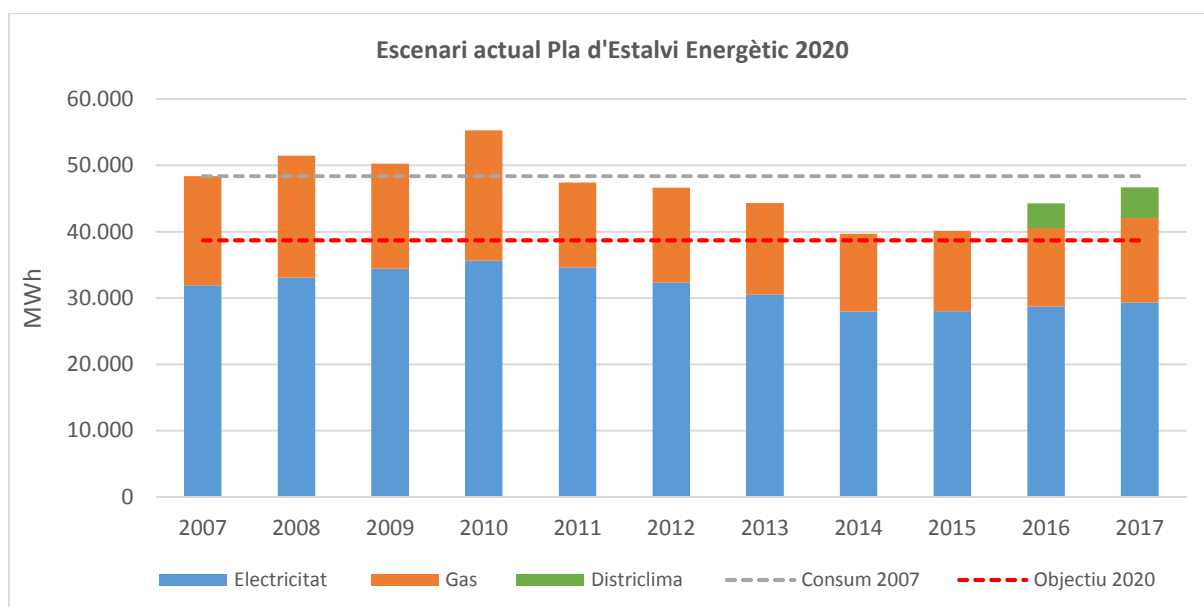


Figura 5.11. Escenari actual Pla d'Estalvi Energètic 2020

6. Anàlisi dels consums i la despesa per campus

En aquest apartat s'analitza la distribució i l'evolució entre els anys 2012 i 2017 de cada tipus de subministrament i la despesa corresponent per cada campus de la UPC. A més, s'estudia en detall el consum elèctric dels tres campus més consumidors de la UPC i el seu desenvolupament en la facturació.

6.1. Evolució consum-despesa dels subministraments per campus

A continuació es presenta l'evolució dels consums dels diferents subministraments que es troben a la UPC. Aquesta evolució està diferenciada per campus, amb la qual cosa es pot observar com ha anat variant el consum d'electricitat, gas, Districlima i aigua al llarg dels darrers anys i de forma independent.

- **Electricitat**

La UPC ha augmentat el seu consum d'electricitat lleugerament durant l'any 2017 (+1,96% respecte 2016), en gran part degut a la posada en funcionament i a l'etapa d'aprenentatge de les instal·lacions presents en el Campus de Diagonal Besòs. Malgrat a l'augment en consum elèctric que s'ha produït a la UPC, la despesa total d'electricitat s'ha reduït aquest passat any 2017 (-3,05%).

Per altra banda, els tres campus on es troba un consum més elevat d'electricitat són: Campus Nord, Campus Sud i el Campus de Terrassa. Destacar la tendència decreixent en tots els campus exceptuant el Campus de Baix Llobregat, el qual ha augmentat el seu consum elèctric un 5,74% entre el 2012 i el 2017. Pel que fa al Campus del Besòs, les dades de l'any 2016 només contemplen el consum realitzat entre els mesos de maig i desembre, mentre que l'any 2017 es representa completament a la gràfica. S'hauria d'observar el seu comportament en els futurs anys.

Cal destacar que, en tots els campus exceptuant el del Besòs, s'ha disminuït la despesa elèctrica en l'any 2017 respecte l'any anterior.

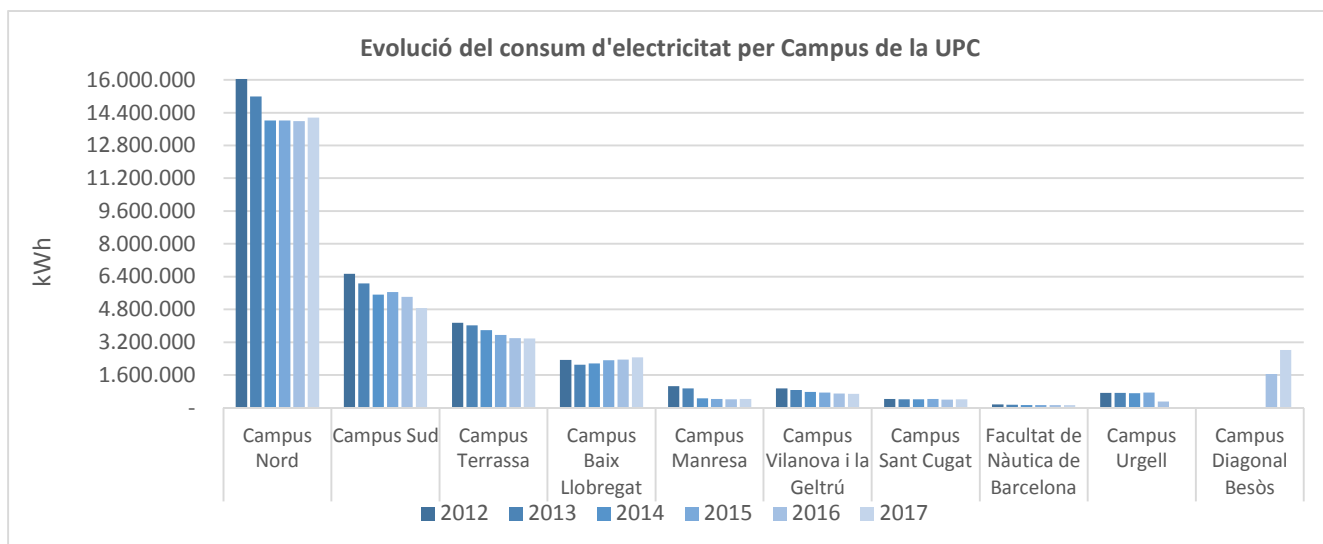


Figura 6.1. Evolució del consum d'electricitat per Campus de la UPC

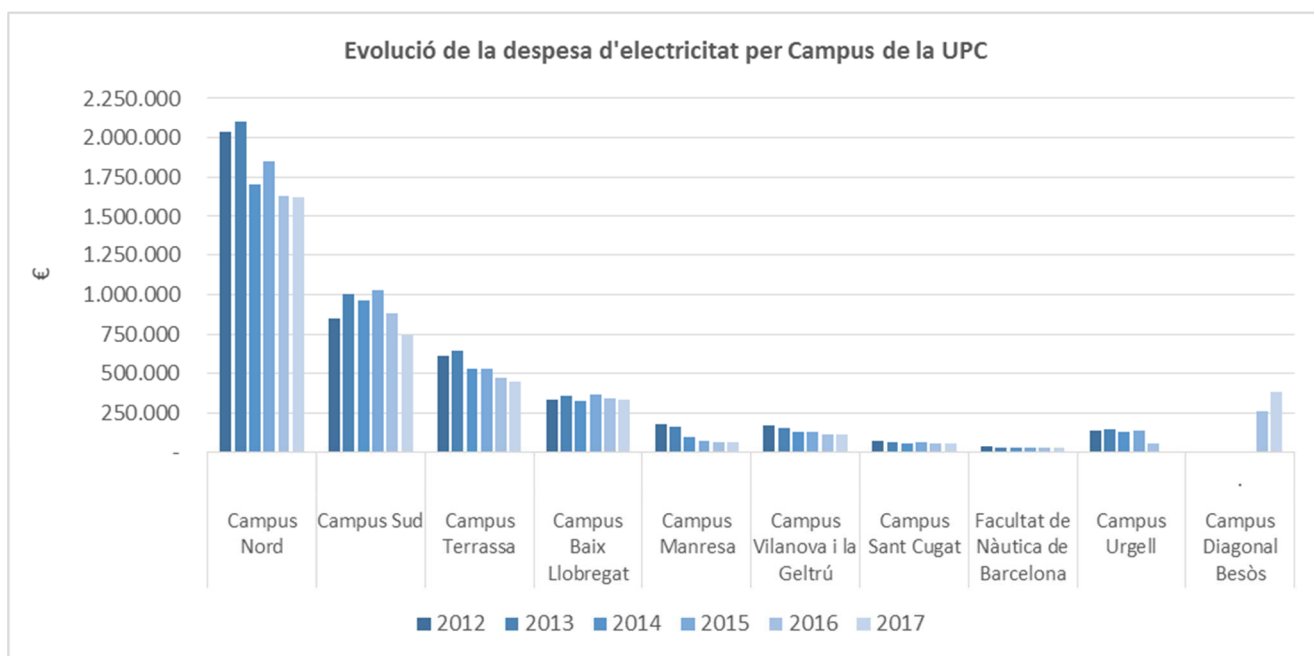


Figura 6.2. Evolució de la despesa d'electricitat per Campus de la UPC

En la Figura 6.3 es pot comprovar el que s'ha esmentat anteriorment, on els tres campus que consumeixen més energia elèctrica són: el Campus Nord amb un 48%, el Campus Sud amb un 17% i el Campus de Terrassa amb un 12%. No obstant, el Campus del Baix Llobregat i el nou Campus de Diagonal Besòs presenten un consum considerable del 8 i del 10% respectivament sobre el total elèctric.

Destacar que gairebé la meitat de l'energia elèctrica es concentra en un sol campus. Aquest fet és degut a que gran part dels edificis del Campus Nord són de caràcter administratiu (com el Vèrtex), on hi es concentren grans equips de climatització addicionals. A més, la Biblioteca

Rector Gabriel Ferraté funciona íntegrament amb electricitat i l'edifici Omega allotja la CPU central de la UPC, juntament amb potents equips de climatització. Totes aquestes característiques particulars de cada edifici suposen un gran impacte a nivell de consum elèctric.

Els tres campus que consumeixen més energia elèctrica, també són els que presenten una despesa econòmica més important. No obstant, com es pot comprovar, els percentatges varien degut a variacions en les facturacions de cada campus.

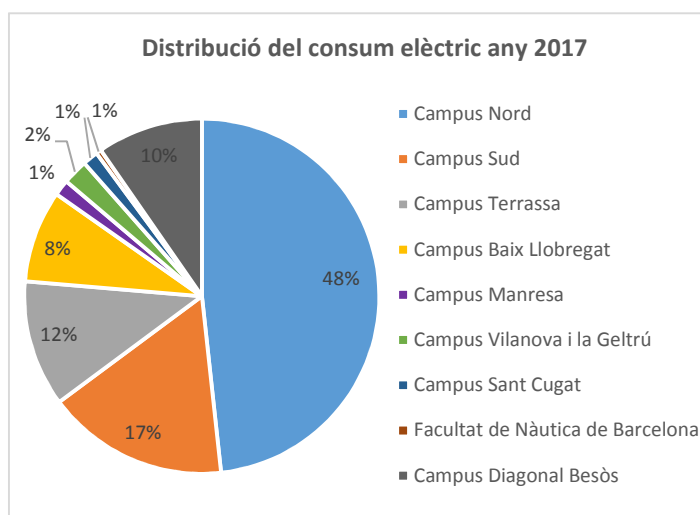


Figura 6.3. Distribució del consum elèctric any 2017

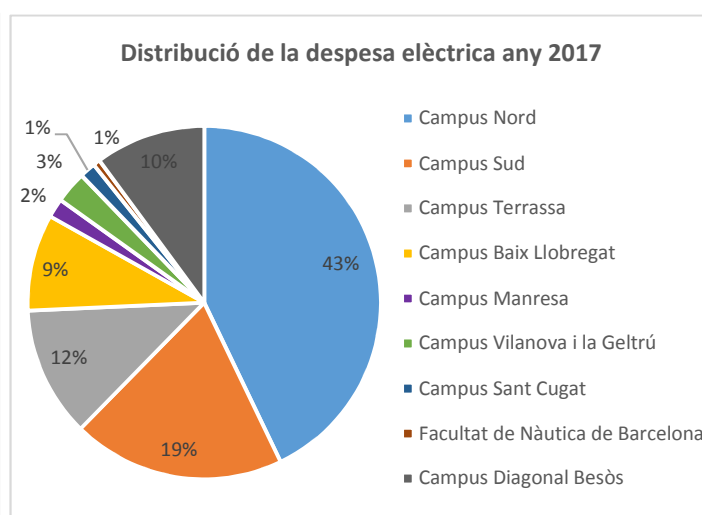


Figura 6.4. Distribució de la despesa elèctrica any 2017

A continuació es presenta l'indicador €/kWh elèctric per cada campus i durant el període 2012-2017, per poder analitzar com ha variat aquesta dada.

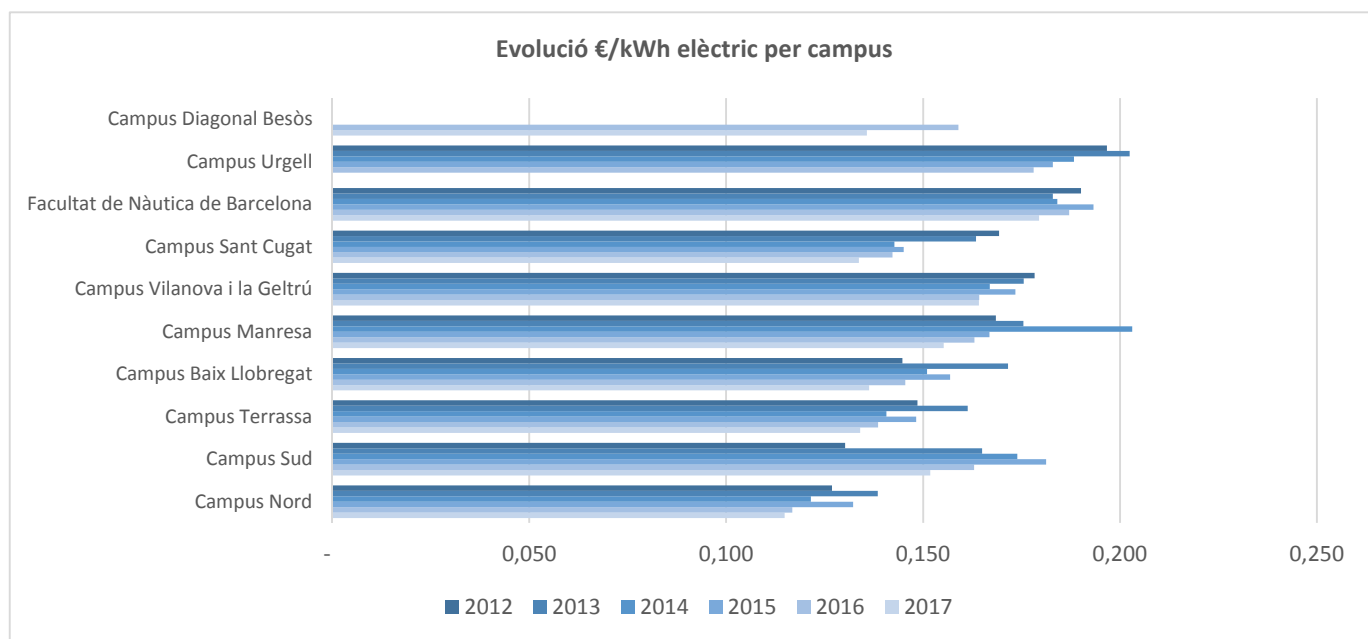


Figura 6.5. Evolució €/kWh elèctric per campus UPC

En els darrers anys s'ha aconseguit baixar el cost del kWh elèctric en tots els campus de la UPC, degut a millores en la contractació del subministrament i a l'ajust de la potència contractada. El Campus d'Urgell, la Facultat de Nàutica, i els Campus de Vilanova i Manresa són els llocs on l'energia elèctrica ha resultat més cara en els darrers anys. El terme €/kWh també vindrà determinat per la tarifa que es tingui contractada en cada Campus, ja que hi ha diferents subministraments en alta i baixa tensió a costos diferents.

La següent taula presenta la mitja de tots els campus del terme €/kWh elèctric. S'observa que el màxim es produeix l'any 2013, degut a la pujada en els costos del terme de potència contractada.

Taula 8. Evolució de la mitjana €/kWh d'electricitat en els Campus de la UPC.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mitjana €/kWh UPC	0,162	0,171	0,164	0,165	0,156	0,145

- **Gas**

El consum total de gas a la UPC ha augmentat un 7,90% durant l'any 2017. Aquest fet s'ha de tenir en compte, ja que tot hi eliminar un dels campus a nivell de consum de gas, com és el Campus d'Urgell, el consum total ha ascendit. No obstant, la despesa d'aquest subministrament s'ha reduït lleugerament (1,23%).

De la mateixa forma que amb el subministrament elèctric, on es concentra un consum més elevat de gas és al Campus Nord, Campus Sud i al Campus de Terrassa. El consum de gas ha augmentat a tots els campus, exceptuant el Campus de Vilanova i la Geltrú i el Campus de Sant Cugat.

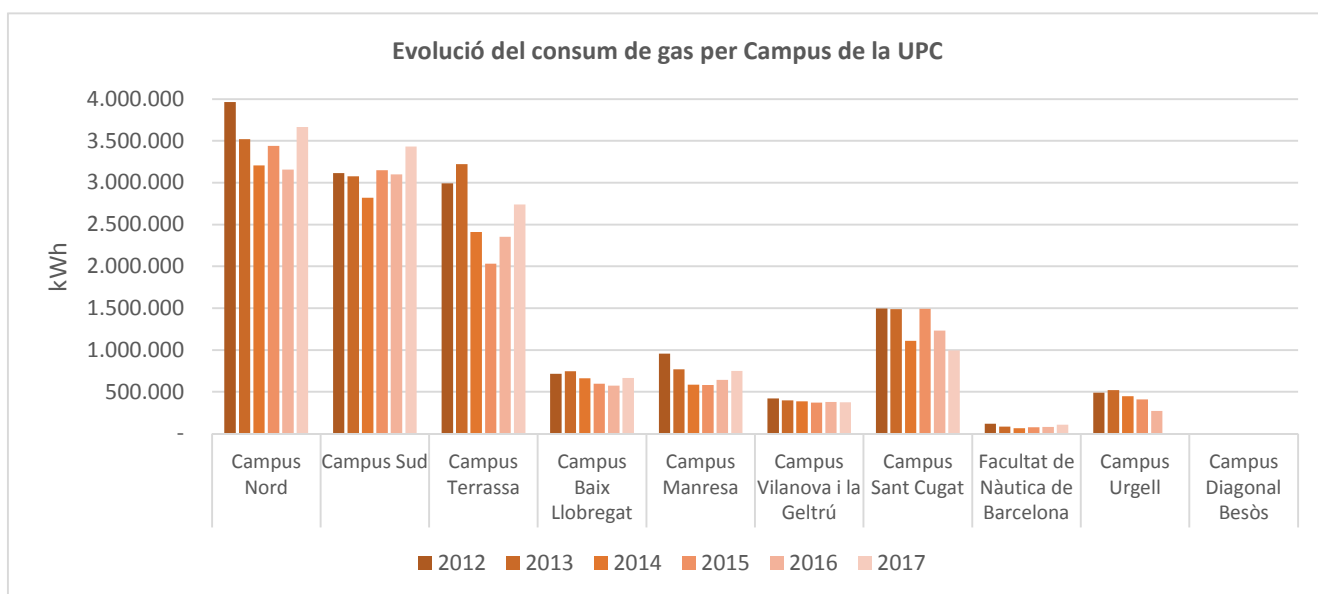


Figura 6.6. Evolució del consum de gas per Campus de la UPC

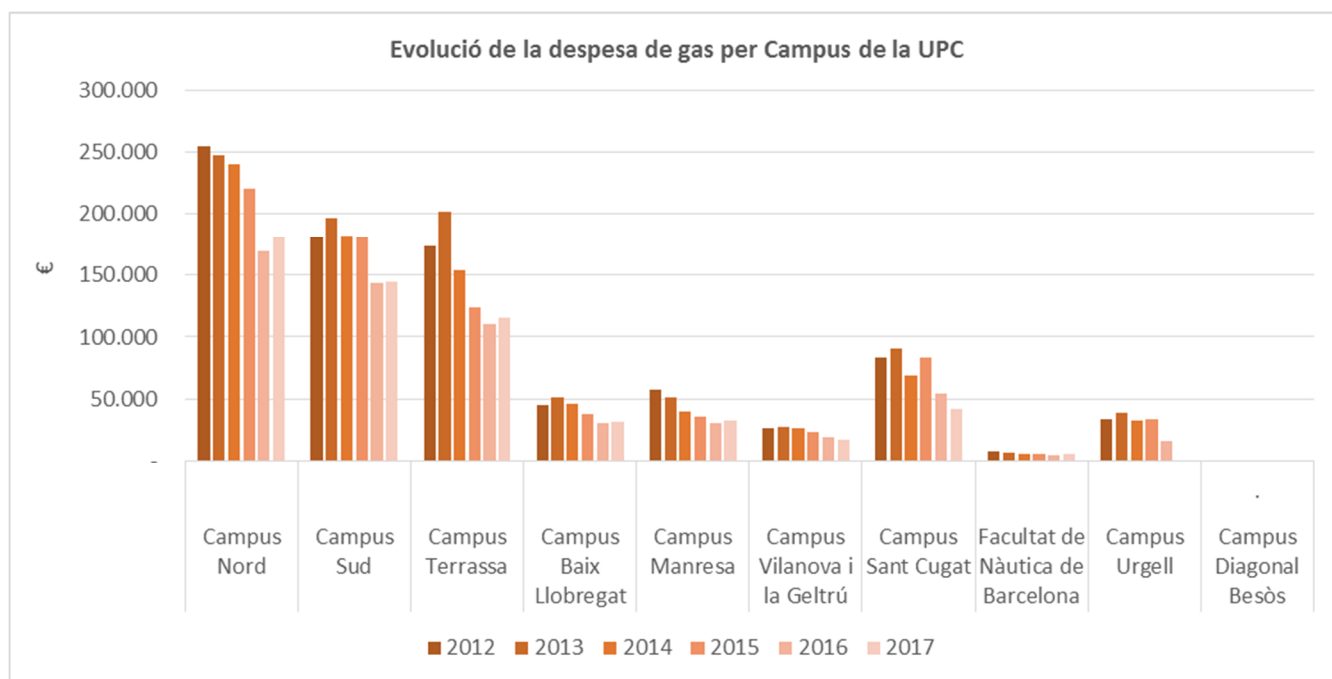


Figura 6.7. Evolució de la despesa de gas per Campus de la UPC

Si s'observa la distribució del consum de gas, es pot veure que un 77% del total es consumeix als tres campus abans esmentats. A les gràfiques no hi apareixen el Campus d'Urgell, el qual va quedar fora de funcionament per la UPC l'any 2016, ni el Campus del Besòs on no hi ha subministrament de gas.

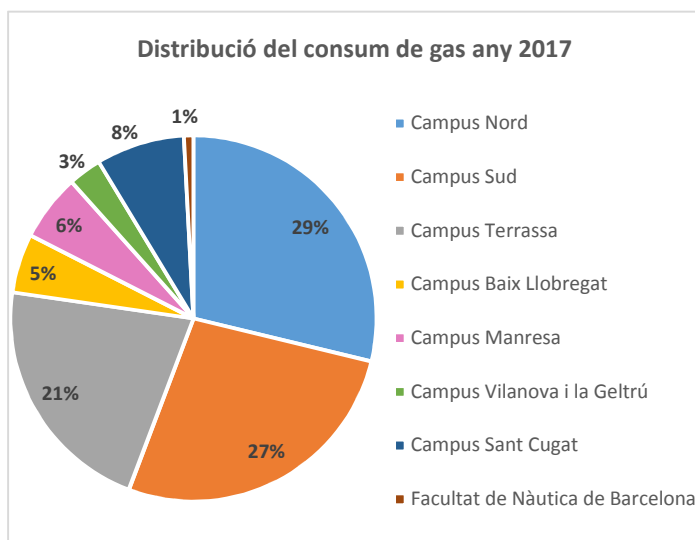


Figura 6.8. Distribució del consum de gas any 2017

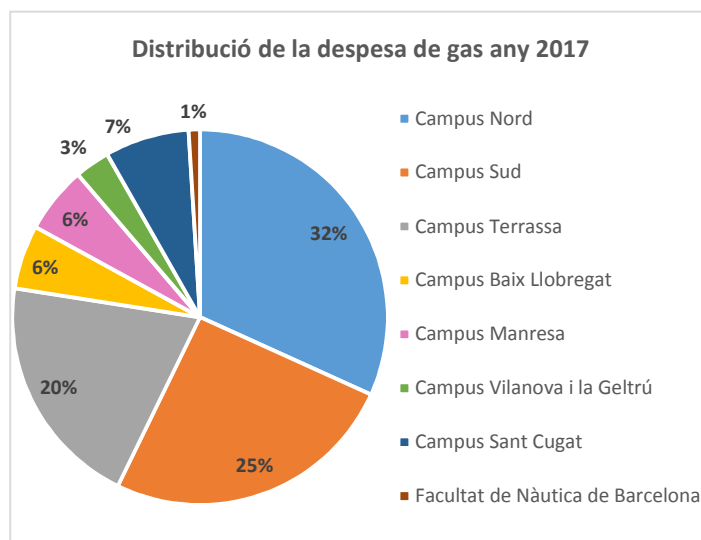


Figura 6.9. Distribució de la despesa de gas any 2017

A continuació es presenta l'indicador €/kWh de gas per cada campus i durant el període 2012-2017.

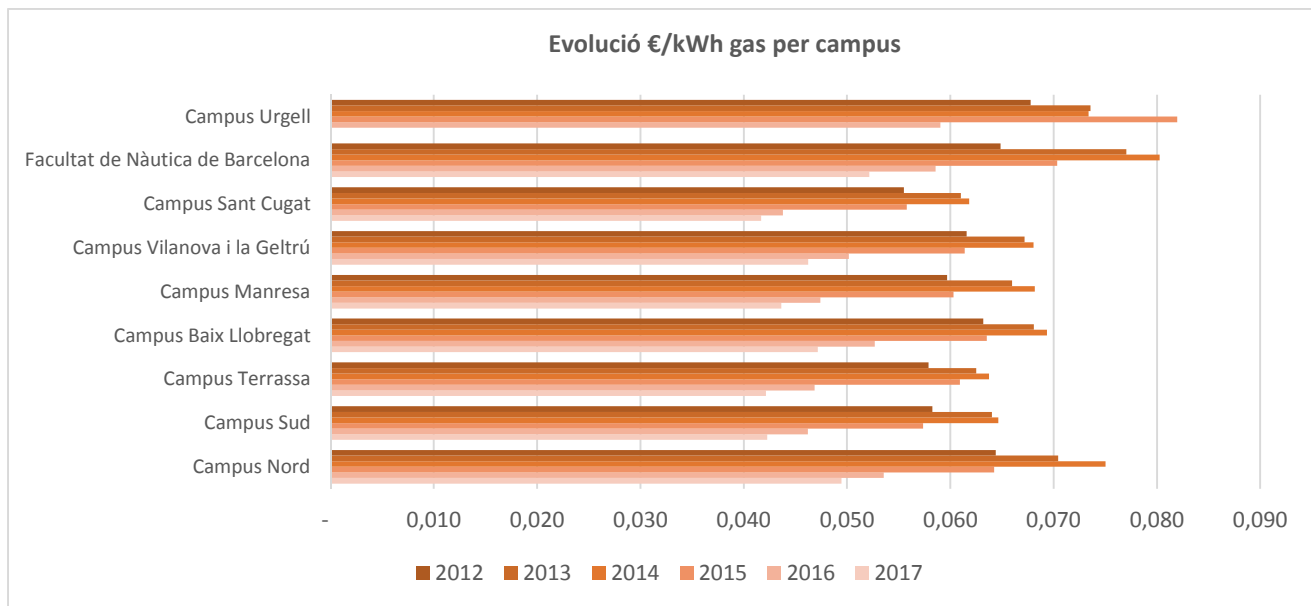


Figura 6.10. Evolució €/kWh gas per campus UPC

En els darrers anys s'ha aconseguit baixar considerablement el cost del kWh de gas en tots els campus de la UPC, degut a millores en la contractació del subministrament. El Campus d'Urgell i la Facultat de Nàutica són els campus on el consum de gas ha resultat més car en els darrers anys.

Taula 9. Evolució de la mitjana €/kWh de gas en els Campus de la UPC.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mitjana €/kWh UPC	0,062	0,068	0,069	0,064	0,051	0,046

- **Districlima**

L'energia tèrmica subministrada per Districlima només està present al Campus del Besòs. El consum i la despesa que suposa aquest recurs energètic és considerable. Caldrà tenir en compte futurs resultats.

Es tenen dades completes de l'any 2017 a diferència de l'any 2016, quan el Campus del Besòs es va posar en funcionament una vegada iniciada la temporada.

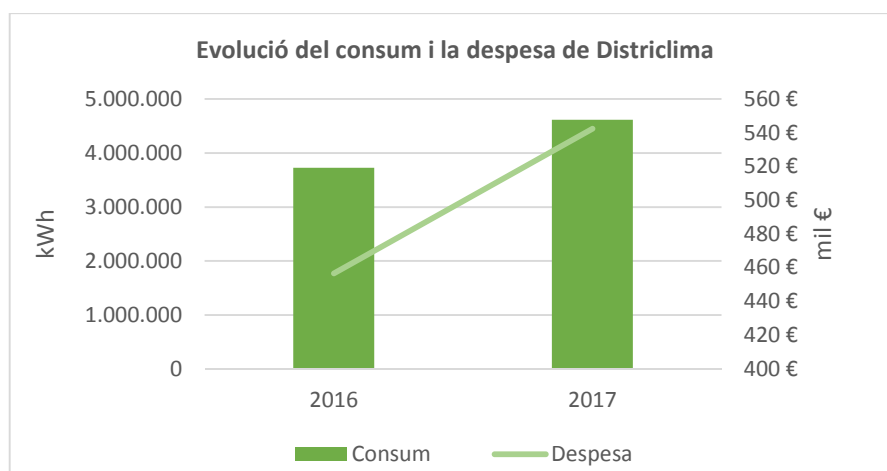


Figura 6.11. Evolució del consum i la despesa de Districlima a la UPC

La diferència present en el terme €/kWh, d'energia per Districlima, entre ambdós anys és mínima. Destacar que el cost d'aquesta energia està per damunt del gas i gairebé a la par amb l'energia elèctrica.

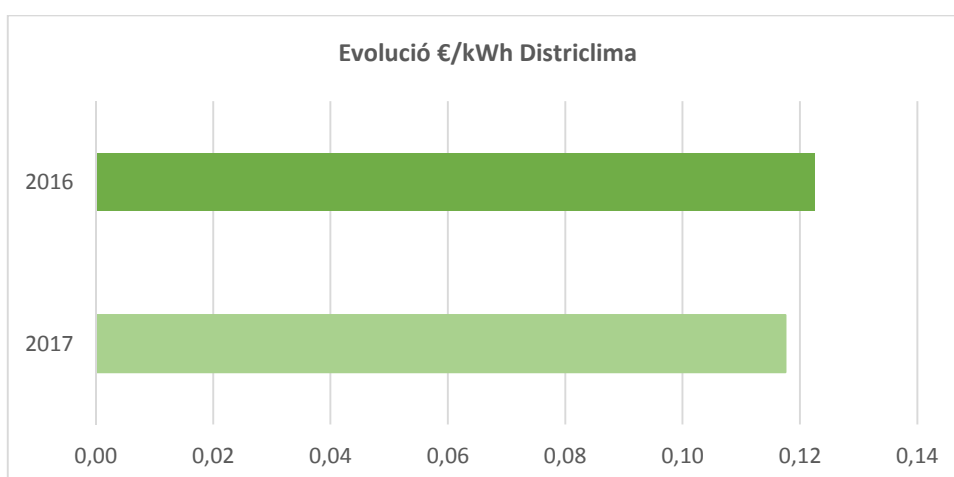


Figura 6.12. Evolució €/kWh Districlima

- **Aigua**

El 2014 va ser l'any on hi va haver un menor consum d'aigua a la UPC, coincidint amb el darrer any del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014. A partir de l'any 2015 s'inicia una tendència a l'alça en el consum d'aigua i en la seva corresponent despesa econòmica. La responsabilitat d'aquest increment en el consum d'aigua recau damunt el Campus Nord i el nou Campus del Besòs, el qual presenta un consum molt superior al Campus d'Urgell (tal i com es pot veure damunt la gràfica). Tot i això, el consum d'aigua es redueix lleugerament (2%) l'any 2017, després de l'augment continuat dels darrers anys.

Pel que fa als campus, durant l'any 2017 el Campus Nord i el Campus Sud han reduït el seu consum d'aigua en un 13 i un 15% respectivament.

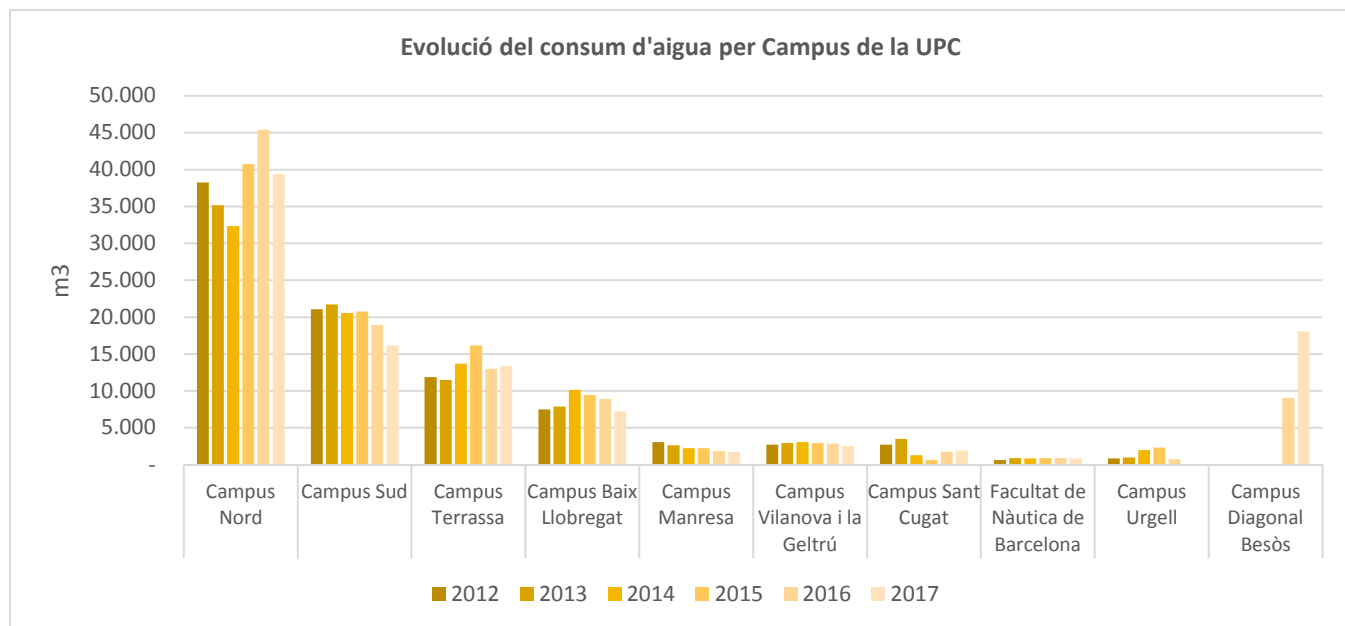


Figura 6.13. Evolució del consum d'aigua per Campus de la UPC

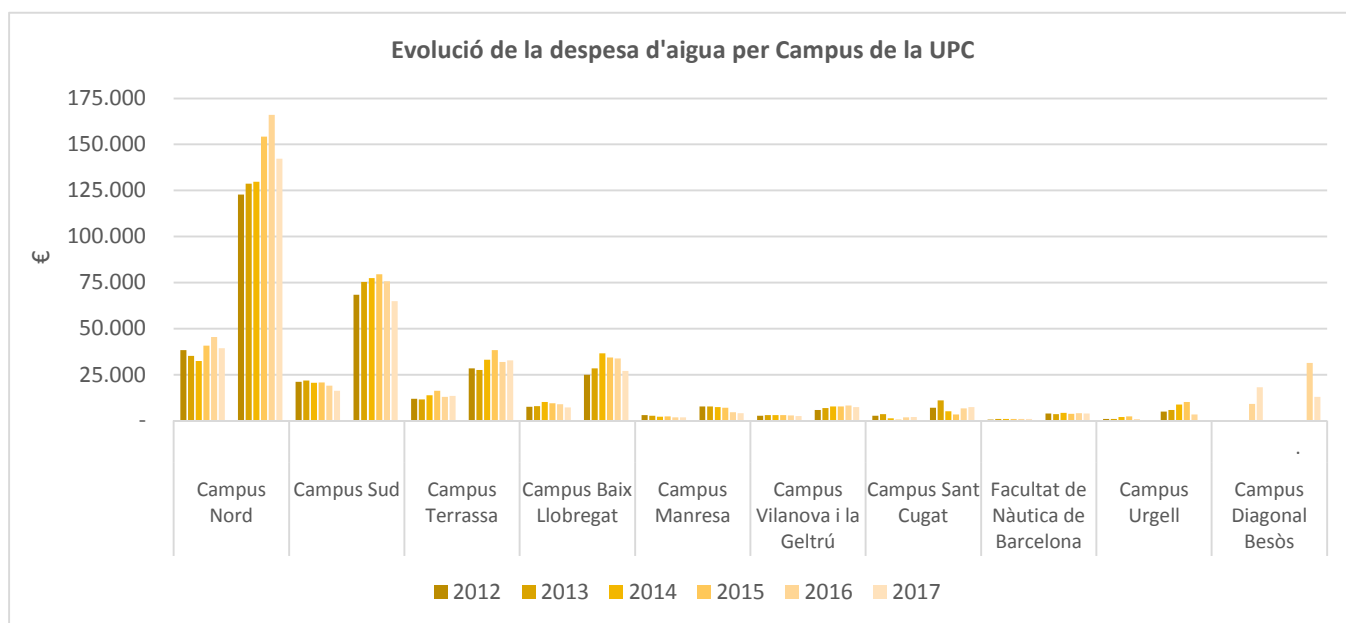


Figura 6.14. Evolució de la despesa d'aigua per Campus de la UPC

El Campus Nord consumeix un 39% de l'aigua de la UPC. Això és degut, en gran part, a la quantitat de zones de reg que conté. Per altra banda, destaca que el Campus Diagonal Besòs és el segon consumidor d'aigua amb un 18% del total. El seu consum d'aigua és molt superior al que presentava el Campus d'Urgell en el seu dia, per la qual cosa s'ha notat un increment en la despesa i en el consum durant aquests dos darrers anys.

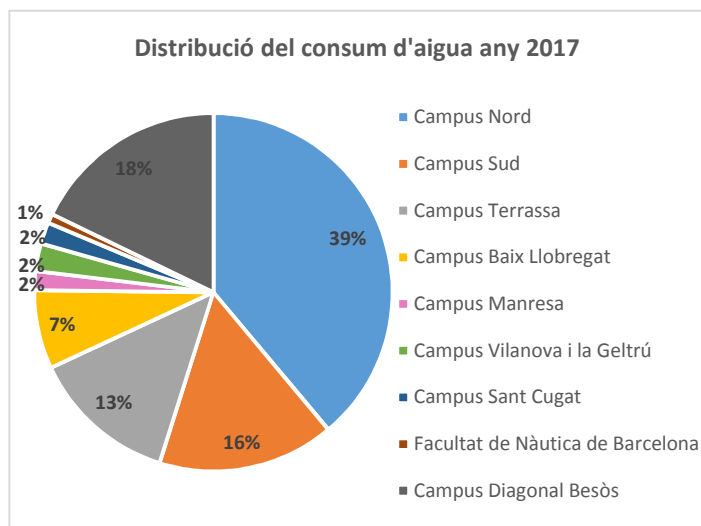


Figura 6.15. Distribució del consum d'aigua any 2017

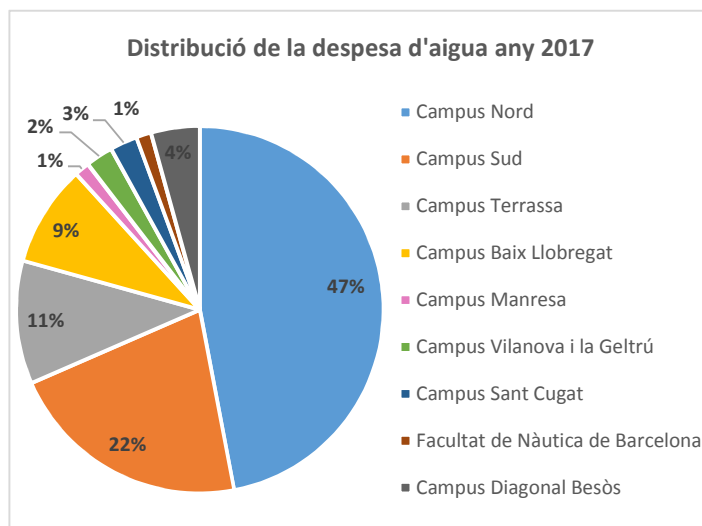
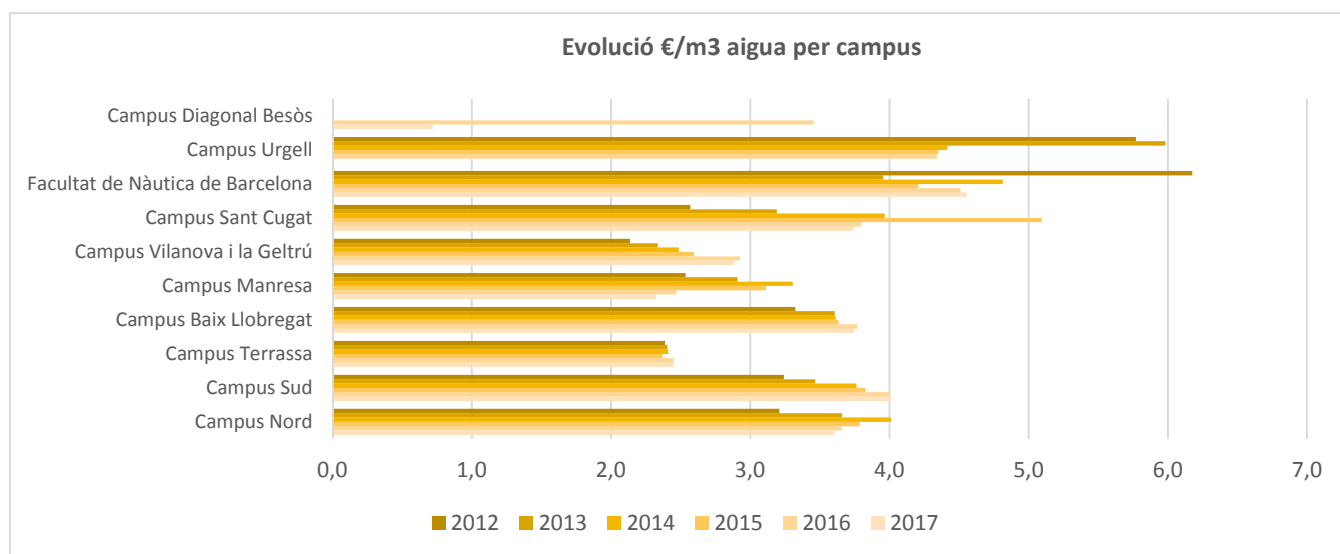


Figura 6.16. Distribució de la despesa d'aigua any 2017

A continuació es presenta l'indicador €/m³ d'aigua per cada campus i durant el període 2012-2017.

Figura 6.17. Evolució €/m³ aigua per campus UPC

El Campus Sud i la Facultat de Nàutica han estat els campus on el m³ d'aigua ha sortit més car durant l'any 2017. Mentre que en els Campus de Manresa i de Terrassa, el m³ d'aigua s'ha mantingut per sota dels 2,5€.

Taula 10. Evolució de la mitjana €/m³ d'aigua en els Campus de la UPC.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mitjana €/m ³ UPC	3,48	3,50	3,64	3,67	3,54	3,12

6.2. Estudi dels campus més consumidors d'electricitat

Com ja s'ha esmentat anteriorment, les estratègies d'optimització estan arribant a un límit, per la qual cosa és totalment necessari iniciar accions d'estalvi energètic i reducció del consum combinant adequadament les energies renovables, l'eficiència energètica i l'ús de la gestió intel·ligent de l'energia per part de la comunitat.

Aquestes accions d'estalvi energètic s'hauran de centrar en els campus més consumidors per tal d'obtenir un impacte econòmic important. A continuació es realitza un anàlisi del consum d'electricitat i la facturació corresponent dels tres campus més consumidors: Campus Nord, Campus Sud i Campus de Terrassa. Entre els tres campus es consumeix un 77% del total de l'energia elèctrica de la UPC. Les dades han estat extretes del sistema de monitorització SIRENA i de la facturació d'electricitat.

6.2.1. Campus Nord

El Campus Nord ha estat el gran consumidor d'electricitat amb el 48% del total de la UPC durant l'any 2017. Aquest campus presenta dues escomeses elèctriques: la primera, en alta tensió i tarifa 3.1A destinada exclusivament a l'edifici Vèrtex i la segona, en alta tensió i tarifa 6.1 la qual proporciona electricitat a la resta d'edificis.

Taula 11. Escomeses elèctriques presents en el Campus Nord de la UPC.

Escomesa Elèctrica	CUPS	Tarifa	Distribució Consum any 2017
Edifici Vèrtex	ES0031406246430001TX0F	3.1	5,86%
Campus Nord (Resta)	ES0031406272773001VY0F	6.1	94,14%

És interessant estudiar com s'ha distribuït el consum elèctric en cada una de les escomeses al llarg dels anys (període 2012-2017) i observar en quines èpoques es presenten uns consums més elevats.

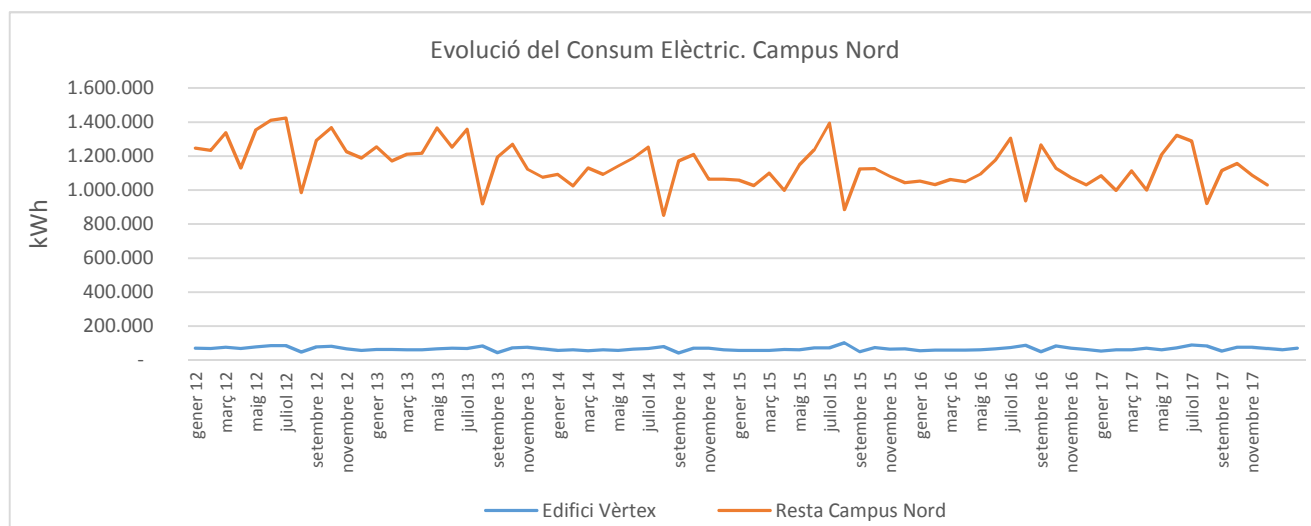


Figura 6.18. Evolució del consum elèctric en les escomeses del Campus Nord

Si s'observa la gràfica del Campus Nord (exceptuant edifici Vèrtex) any a any, la corba de càrrega mensual és molt similar. El consum d'electricitat es manté estable la major part de l'any excepte en els mesos estivals. En els mesos de maig i juny el consum d'electricitat augmenta fins a arribar al mes de juliol, el qual acostuma a ser el pic anual de consum. Cada mes d'agost el consum al Campus Nord presenta una davallada degut a que no hi ha curs escolar i es tanquen moltes de les instal·lacions.

Malgrat a que es produeix una reducció en el consum elèctric cada mes d'agost, aquesta acostuma a ser de només el 30% aproximadament. Això significa que encara que no hi hagi curs escolar en aquest període, el consum segueix sent elevat degut a la presència d'instal·lacions que requereixen un consum ininterromput, com poden ser: servidors, PCs, Il·luminàries, càmeres de seguretat, climatització per sales CPD, etc.

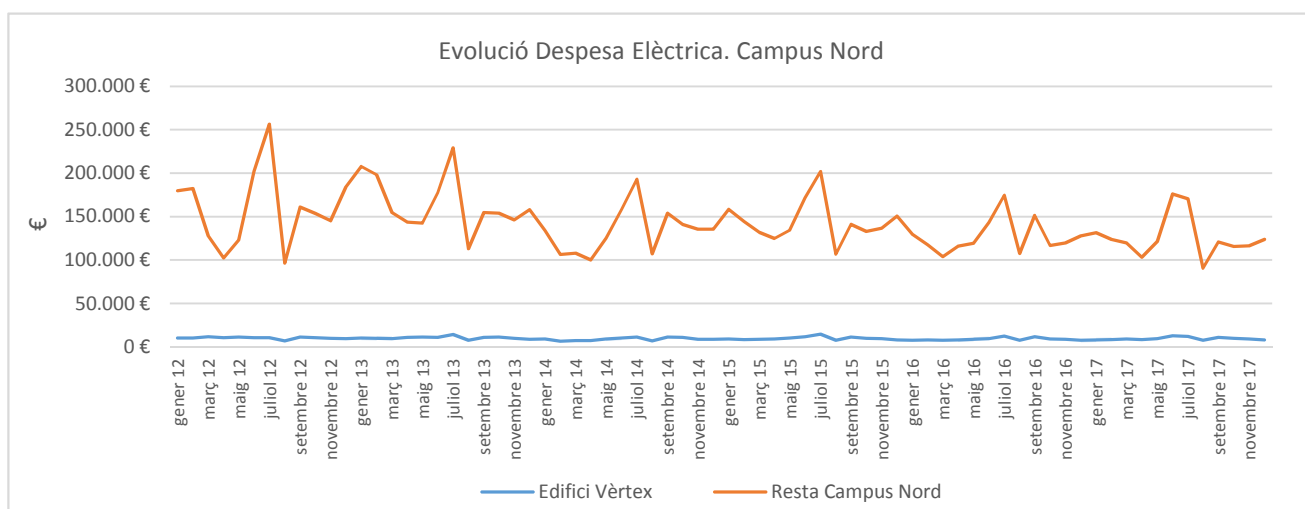


Figura 6.19. Evolució de la despesa elèctrica en les escomeses del Campus Nord

El mes en que la despesa és màxima també és el mes en que hi ha més consum elèctric, durant el mes de juliol. Es comprova que la despesa del Campus Nord segueix una tendència decreixent.

Taula 12. Evolució del consum i la despesa en el Campus Nord de la UPC.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Consum (kWh)	16.052.863	15.194.834	14.026.657	14.016.126	13.987.925	14.152.152
Despesa (€)	2.036.574,08 €	2.104.252,42 €	1.703.815,27 €	1.852.869,06 €	1.633.280,66 €	1.625.690,27 €

En termes generals, el consum total d'electricitat al Campus Nord s'ha anat reduint en els darrers anys, passant de consumir 16,05 GWh l'any 2012 a 14,15 GWh l'any 2017 (reducció que suposa quasi un 12%). Tot i així, durant l'any 2017, el consum elèctric del Campus Nord s'ha incrementat lleugerament respecte 2016. Destacar que l'escomesa elèctrica de l'edifici Vèrtex només ha suposat un 5,86% del consum total al Campus Nord.

La despesa elèctrica al Campus Nord s'ha reduït considerablement en els darrers sis anys. En el 2017, malgrat el lleuger augment de consum, la despesa s'ha disminuït degut a les millores efectuades en la contractació d'energia.

A continuació s'analitzarà l'evolució de l'escomesa que alimenta el Campus Nord (exceptuant edifici Vèrtex), la despesa de la qual ha estat del 93,05% de tot el Campus durant el darrer any. A més, s'especificaran les variacions més significatives que hi ha hagut en la facturació de l'electricitat i els aspectes que han desembocat en un estalvi econòmic important des de 2013 fins a dia d'avui. Per realitzar l'anàlisi, no s'han pogut obtenir factures de l'any 2012.

- **Escomesa Campus Nord (sense Edifici Vèrtex)**

TERME DE POTÈNCIA

A l'any 2013 destaca la reducció de potència contractada que es va dur a terme a mitjans del mes de maig. A la Figura 6.20 es pot veure que, fins aquest mes, la potència contractada estava molt per sobre de la potència màxima mensual que marcava el màxímetre de l'escomesa en qüestió. Es va passar de 5000 a 3500 kW de P1 a P5 i de 5000 a 4000 kW en P6.



Figura 6.20. Evolució de la potència contractada i màximetre en l'escomesa principal del Campus Nord

L'excés de potència contractada suposava una despesa important i innecessària per a la UPC, per la qual cosa es va decidir reduir aquest terme en cada una dels períodes. A més, era necessari optimitzar la potència abans del mes d'agost de l'any 2013, mes en el qual entrava en vigor la reforma del Sector Elèctric, amb el conseqüent augment en la tarifa del terme de la potència contractada.

La tarifa del terme de potència contractada es va incrementar en un 115%, afectant de la següent manera:

Taula 13. Canvi, per períodes, en les tarifes de potència contractada abans i després de la Reforma.

	P1 €/kW	P2 €/kW	P3 €/kW	P4 €/kW	P5 €/kW	P6 €/kW
Abans Reforma	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
Després Reforma	38,102134	19,067559	13,954286	13,954286	13,954286	6,366846

La potència contractada i la despesa associada (entre 31.000 i 32.000 € mensuals) a aquest terme es va mantenir pràcticament constant entre agost de 2013 i setembre de 2016. No obstant, en el mes d'octubre es va tornar reduir la potència contractada de 3500 a 2500 kW de P1 a P5, mantenint P6 en 4000 kW. A partir d'aquí, el terme de potència contractada es va reduir a 23.373,52 € mensuals.

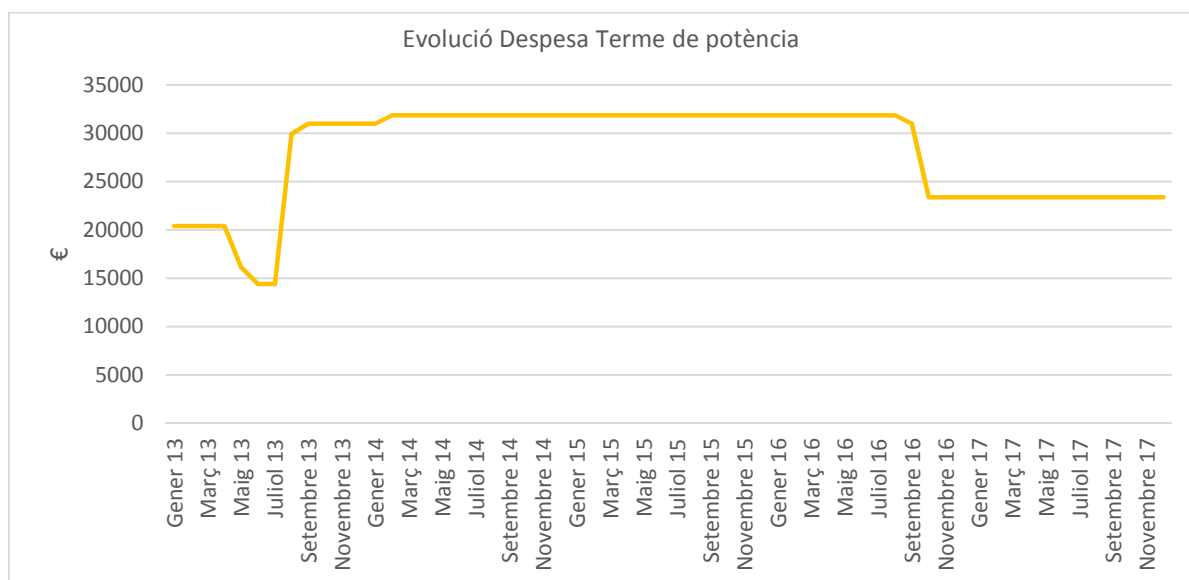


Figura 6.21. Evolució de la despesa associada al terme de potència en l'escomesa principal del Campus Nord

La despesa anual que ha suposat el terme de potència contractada en el Campus Nord (sense edifici Vèrtex) és la següent:

Taula 14. Evolució de la despesa associada al terme de Potència en l'escomesa principal del Camps Nord.

	2013	2014	2015	2016	2017
Despesa Terme de potència	280.397,69€	381.366,71€	382.210,92€	355.931,01€	280.482,24€

La despesa econòmica derivada del terme de potència l'any 2017 ha estat pràcticament la mateixa que la de l'any 2013, tot i haver reduït la potència contractada de 5000 a 2500 kW (exceptuant P6 de 5000 a 4000 kW). Aquí es reflecteix l'impacte de l'augment en la tarifa que va suposar la reforma del Sector l'any 2013.

S'ha de tenir en compte que amb la darrera reducció de potència realitzada el passat mes d'octubre de 2016, s'han produït recàrrecs per excés de potència contractada. Aquests excessos van ser de 116,86 i 36.207,49€ durant els anys 2016 i 2017 respectivament. Tot i aquest recàrrec, ha resultat econòmicament avantatjós el fet d'haver reduït la potència i haver penalitzat durant alguns mesos puntuals quan més demanda hi ha hagut al Campus Nord. S'haurà de vigilar durant els propers mesos els excessos de potència que es puguin produir per tal d'evitar penalitzacions que puguin anul·lar tot l'estalvi aconseguit amb les reduccions de potència contractada.

TERME D'ENERGIA VARIABLE

El terme d'energia variable va associat al consum elèctric de les instal·lacions, en aquest cas del Campus Nord (exceptuant edifici Vèrtex).

L'augment de la tarifa del terme de potència contractada no va ser la única novetat durant l'estiu de 2013. A partir del mes d'agost, la UPC va iniciar la compra d'electricitat de forma conjunta i consorciada amb el CSUC, obtenint uns millors preus per l'energia que es consumia.

Taula 15. Canvi, per períodes, en les tarifes del terme d'energia abans i després de la compra amb el CSUC.

	P1 €/kWh	P2 €/kWh	P3 €/kWh	P4 €/kWh	P5 €/kWh	P6 €/kWh
Abans compra CSUC	0,168434	0,135253	0,111283	0,087937	0,081568	0,067826
Després compra CSUC	0,11871	0,098119	0,091493	0,078088	0,075207	0,063844

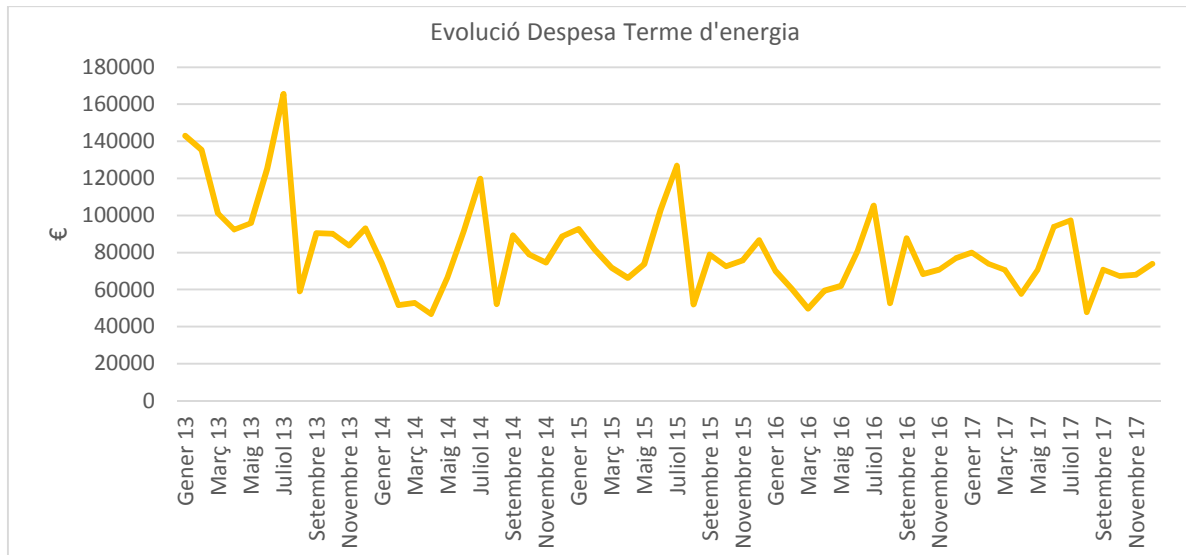


Figura 6.22. Evolució de la despesa associada al terme d'energia en l'escomesa principal del Campus Nord

La despesa anual que ha suposat el terme variable d'energia en el Campus Nord (sense edifici Vèrtex) és la següent:

Taula 16. Evolució de la despesa associada al terme d'energia en l'escomesa principal del Camps Nord.

	2013	2014	2015	2016	2017
Despesa Terme d'energia	1.274.932,65€	887.375,98€	981.484,58€	843.618,26€	871.968,36€
Consum electr. (kWh)	14.407.609	13.282.580	13.222.342	13.202.806	13.323.115

S'observa la diferència econòmica a partir de l'any 2014, moment en que la UPC ja gestionava la compra de la seva energia elèctrica a través del CSUC, amb la reducció en la tarifa del terme d'energia variable corresponent.

6.2.2. Campus Sud

El Campus Sud és el segon campus més gran de la UPC i també el segon amb més consum d'electricitat. Està compost per quatre escoles que alberguen, en gran part, activitats docents: ETSEIB, ETSAB, FME i EPSEB.

El Campus Sud va consumir el 17% de l'electricitat de la UPC durant l'any 2017. Presenta tres escomeses d'electricitat: Campus Sud 1, Campus Sud 2 Principal i Campus 2 Complementari.

En la següent taula apareix la tarifa contractada per cada escomesa i el percentatge de distribució del consum elèctric que hi ha hagut durant l'any 2017.

Taula 17. Escomeses elèctriques presents en el Campus Sud de la UPC.

Escomesa Elèctrica	CUPS	Tarifa	Distribució Consum any 2017
Campus Sud 1	ES0031406270516001GL0F	6.1	49,66%
Campus Sud 2 Prin	ES0031405966911001QX0F	6.1	28,06%
Campus Sud 2 Comp	ES0031406272945001CN0F	6.1	22,28%

A continuació es presenta l'evolució del consum elèctric entre els anys 2012 i 2017.

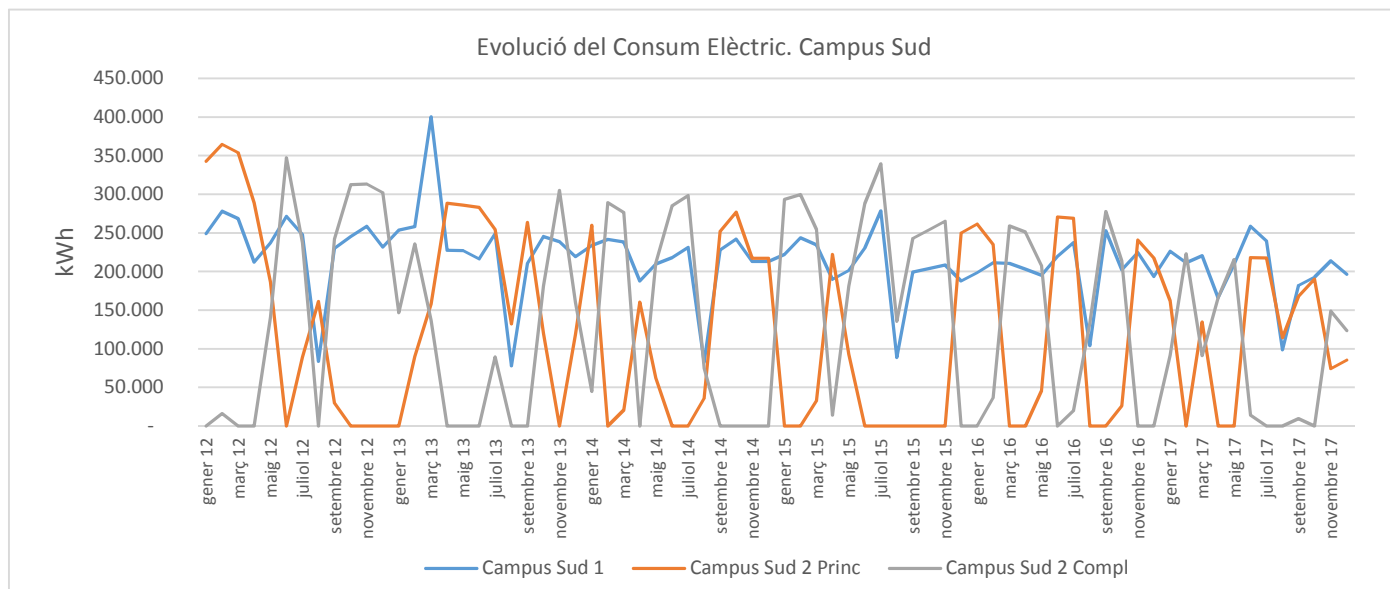


Figura 6.23. Evolució del consum elèctric en les escomeses del Campus Sud

L'escomesa principal és l'anomenada com a Campus Sud 1, amb una tarifa 6.1 en alta tensió, la qual suposa un consum d'electricitat de gairebé el 50% del total del Campus. Les altres dues escomeses són de suport i es combina el seu subministrament.

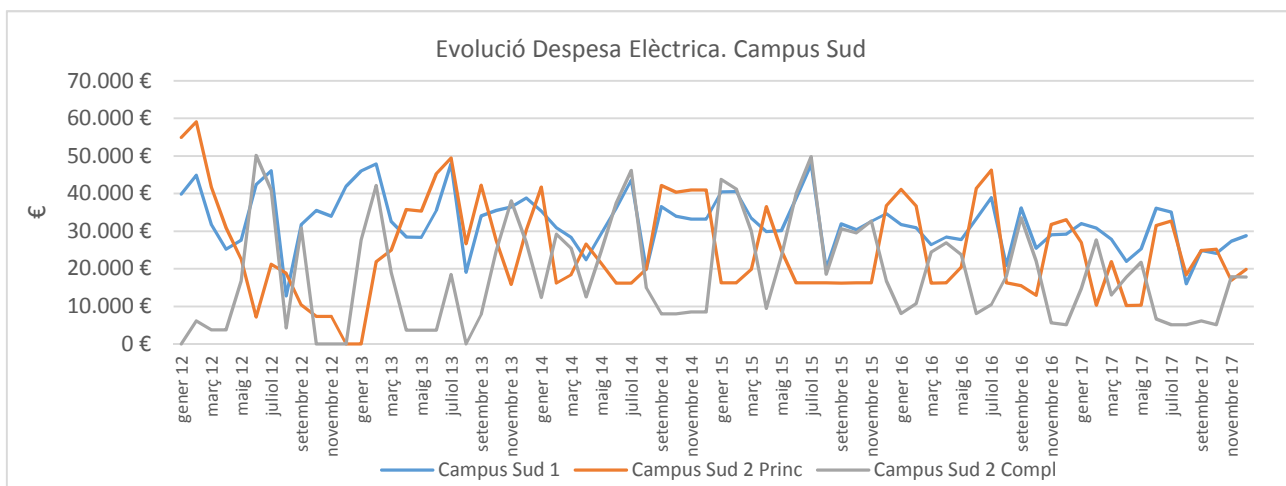


Figura 6.24. Evolució de la despesa elèctrica en les escomeses del Campus Sud

La reducció en la despesa d'electricitat de l'escomesa principal (color blau) es pot evidenciar en la figura anterior. Mentre que la despesa de les dues escomeses de suport al Campus Sud presenten variacions depenent del seu ús.

Taula 18. Evolució del consum i la despesa en el Campus Sud de la UPC.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Consum (kWh)	6.540.257	6.070.952	5.518.851	5.652.369	5.415.992	4.861.579
Despesa (€)	851.770,47 €	1.001.849,67 €	959.888,35 €	1.024.369,12 €	882.762,56 €	738.030,12 €

El consum total del Campus Sud s'ha reduït en gran mesura, passant de 6,54 GWh l'any 2012 a 4,86 GWh l'any 2017. Aquest estalvi energètic en termes d'electricitat suposa una reducció del 25,67%.

A continuació s'analitzarà l'evolució de l'escomesa principal que alimenta el Campus Sud, la despesa de la qual ha estat de gairebé el 45% del total del Campus durant el darrer any. A més, s'especificaran les variacions més significatives que hi ha hagut en la facturació de l'electricitat i els aspectes que han desembocat en un estalvi econòmic important des de 2013 fins a dia d'avui. Per realitzar l'anàlisi, no s'ha pogut disposar de les factures de l'any 2012.

- **Escomesa Campus Sud 1**

TERME DE POTÈNCIA

Es manté la potència contractada de l'escomesa principal del Campus Sud durant tot l'any 2013. Aquesta potència va ser de 1.160 kW en cada un dels períodes que conformen la tarifa elèctrica.

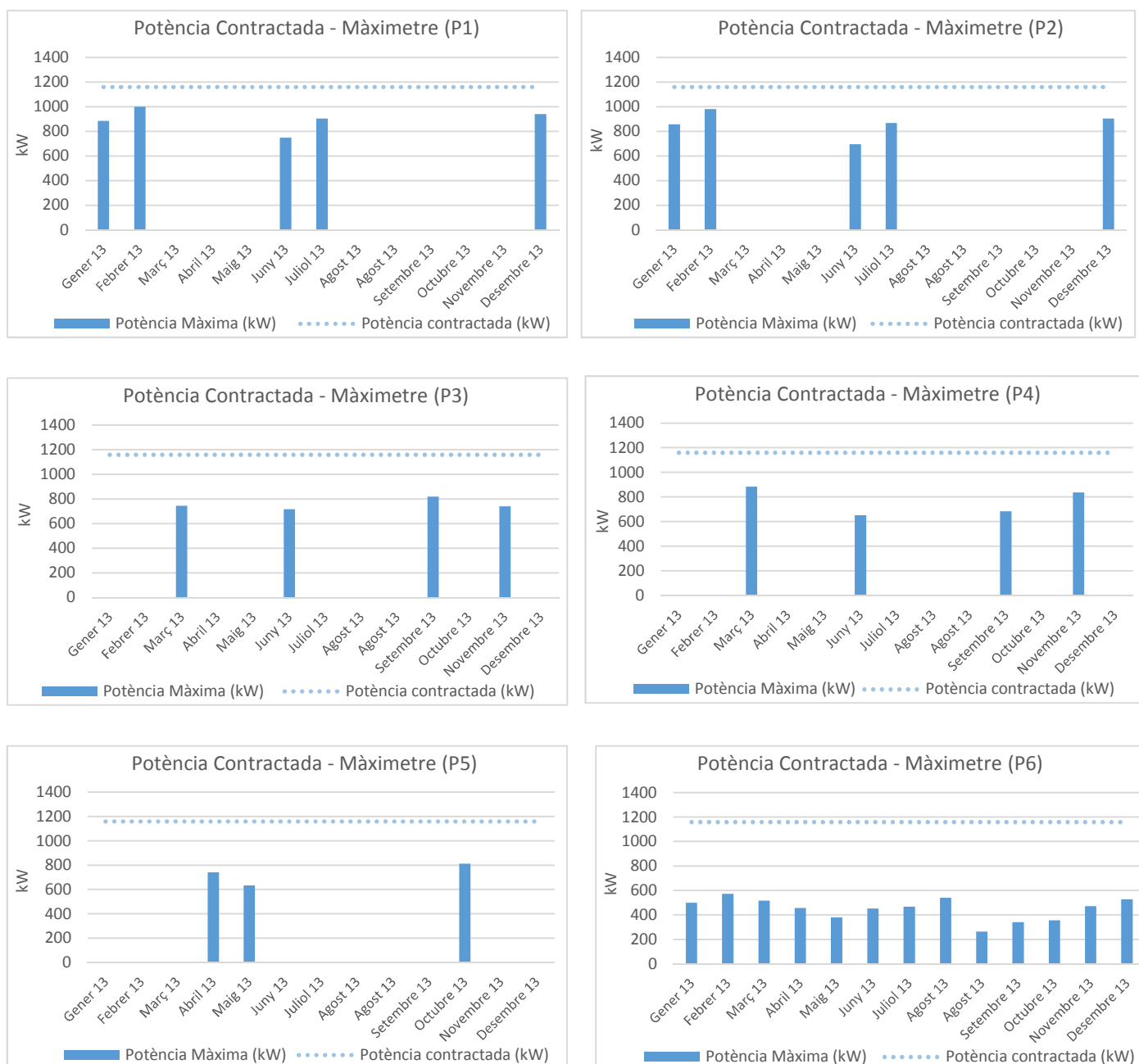


Figura 6.25. Evolució de la potència contractada i màximetre en l'escomesa principal del Campus Sud

La tarifa del terme de potència contractada es va incrementar en un 115%, afectant a l'escomesa del Campus Sud de la mateixa forma que en el Campus Nord:

Taula 19. Canvi, per períodes, en les tarifes de potència contractada abans i després de la Reforma.

	P1 €/kW	P2 €/kW	P3 €/kW	P4 €/kW	P5 €/kW	P6 €/kW
Abans Reforma	17,683102	8,849205	6,476148	6,476148	6,476148	2,954837
Després Reforma	38,102134	19,067559	13,954286	13,954286	13,954286	6,366846

La despesa associada al terme de potència va incrementar-se durant el mes d'agost de 2013 de 4.728,50 € a 10.188,61 € mensuals. Aquest import va mantenir-se pràcticament constant fins a l'octubre de 2016, moment en que es va reduir la potència contractada de 1.160 kW a 800 kW de P1 a P5, mantenint-se P6 en 1.160 kW. L'import va reduir-se a 7.414,12 € mensuals fins a finals de l'any 2017.

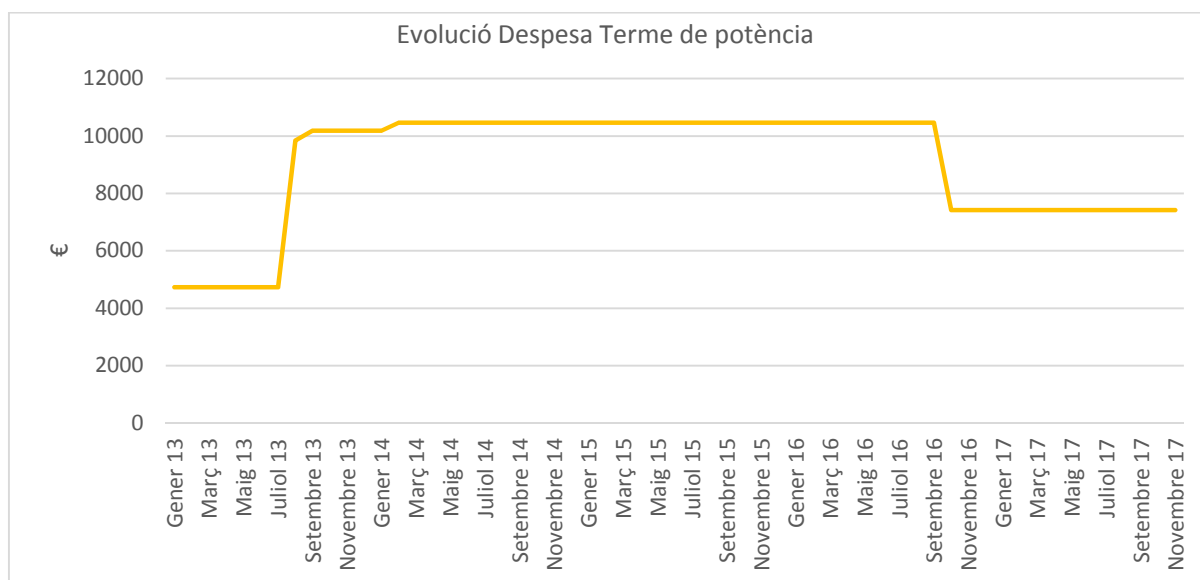


Figura 6.26. Evolució de la despesa associada al terme de potència en l'escomesa principal del Campus Sud

La despesa anual que ha suposat el terme de potència contractada en l'escomesa principal del Campus Sud és la següent:

Taula 20. Evolució de la despesa associada al terme de Potència en l'escomesa principal del Camps Sud.

	2013	2014	2015	2016	2017
Despesa Terme de potència	83.690,32€	125.314,39€	125.591,76€	116.436,18€	88.969,44€

La despesa econòmica derivada del terme de potència l'any 2017 ha estat lleugerament superior que la de l'any 2013, tot i haver reduït la potència contractada. Aquí es reflecteix el gran augment en la tarifa que va suposar la reforma del Sector l'any 2013.

S'ha de tenir en compte que amb la darrera reducció de potència realitzada el passat mes d'octubre de 2016, s'han produït recàrrecs per excés de potència contractada. Aquests excessos han suposat uns recàrrecs de 2.824,38 € durant el darrer any. Tot i aquest recàrrec, ha resultat econòmicament avantatjós el fet d'haver reduït la potència i haver penalitzat durant alguns mesos puntuals quan més demanda hi ha hagut al Campus Sud. S'haurà de vigilar durant els propers mesos els excessos de potència que es puguin produir per tal d'evitar penalitzacions que puguin anul·lar tot l'estalvi aconseguit amb les reduccions de potència.

TERME D'ENERGIA VARIABLE

Com s'ha comentat anteriorment, a partir de l'any 2013 la UPC va iniciar la compra d'energia a través del CSUC, aconseguint unes tarifes més favorables en el terme variable d'electricitat.

Taula 21. Canvi, per períodes, en les tarifes del terme d'energia abans i després de la compra amb el CSUC.

	P1 €/kWh	P2 €/kWh	P3 €/kWh	P4 €/kWh	P5 €/kWh	P6 €/kWh
Abans compra CSUC	0,168434	0,135253	0,111283	0,087937	0,081568	0,067826
Després compra CSUC	0,11871	0,098119	0,091493	0,078088	0,075207	0,063844

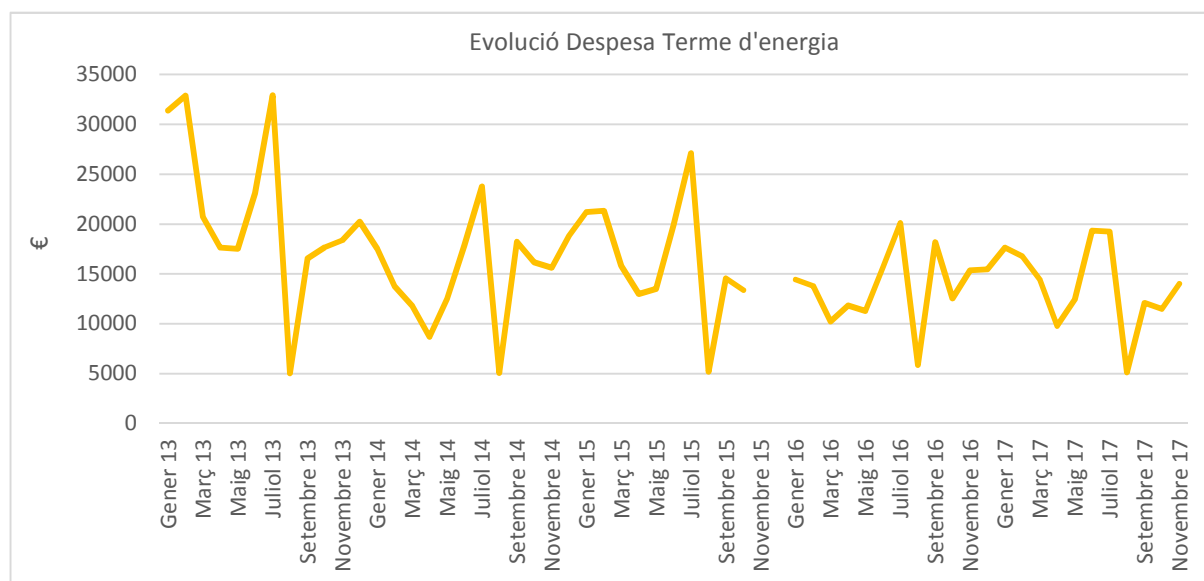


Figura 6.27. Evolució de la despesa associada al terme d'energia en l'escomesa principal del Campus Sud

La despesa anual que ha suposat el terme variable d'energia en l'escomesa principal del Campus Sud és la següent:

Taula 22. Evolució de la despesa associada al terme d'energia en l'escomesa principal del Camps Sud.

	2013	2014	2015	2016	2017
Despesa Terme d'energia	254.130,45€	179.780,89€	164.993,93€	164.736,57€	167.311,19€
Consum electr. (kWh)	2.823.633	2.537.985	2.487.408	2.451.921	2.414.120

S'observa una gran diferència econòmica a partir de l'any 2014, moment en que la UPC ja gestionava la compra de la seva energia elèctrica a través del CSUC, amb la reducció en la tarifa del terme d'energia variable corresponent. Independentment de la millora en la compra de l'electricitat, el consum elèctric a l'escomesa principal del Campus Sud ha anat disminuint.

6.2.3. Campus Terrassa

El de Terrassa és el tercer Campus més consumidor de tota la UPC amb un 12% de l'energia elèctrica total. El campus presenta sis escomeses d'electricitat: TR1-10 (principal), TR11-14, FOOT, CUV, IPCT i pàrquing.

En la següent taula apareix la tarifa contractada per cada escomesa i el percentatge de distribució del consum elèctric que hi ha hagut durant l'any 2017.

Taula 23. Escomeses elèctriques presents en el Campus de Terrassa de la UPC.

Escomesa Elèctrica	CUPS	Tarifa	Distribució Consum any 2017
TR1-10	ES0031405066295001TR0F	6.1	66,55%
TR11-14	ES0031408037395001WK0F	3.1A	23,88%
CUV	ES0031405114203001FJ0F	3.0A	5,34%
FOOT	ES0031405107529001RS0F	3.0A	1,21%
IPCT	ES0031405032427001FF0F	3.0A	3,02%
Pàrquing	ES0031408342162001MR0F	2.0A	-

L'escomesa principal és la TR1-10, amb una tarifa 6.1 en alta tensió, la qual suposa un consum d'electricitat de més del 65% del total del Campus de Terrassa. A continuació es presenta l'evolució del consum elèctric entre els anys 2012 i 2017.

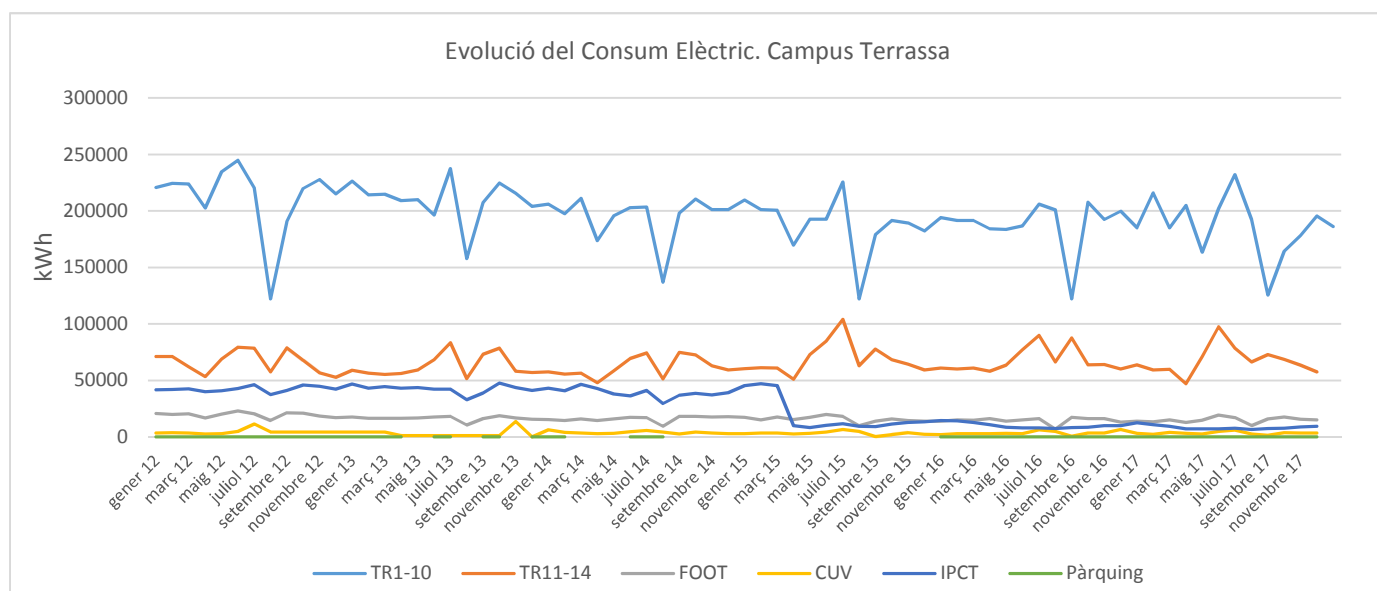


Figura 6.28. Evolució del consum elèctric en les escomeses del Campus de Terrassa

A la Figura 6.28 es pot comprovar que l'escomesa principal del Campus de Terrassa anomenada TR1-10, encarregada del subministrament a l'Institut Politècnic del Campus de Terrassa (IPCT) i l'escomesa FOOT presenten una tendència decreixent en el consum d'electricitat aquests darrers anys. En canvi, l'escomesa TR11-14 ha seguit una tendència oposada, a l'alça. El consum del pàrquing es pràcticament menyspreable comparat amb la resta d'escomeses.

L'escomesa elèctrica principal TR1-10 té els pics de consum durant el mes de juliol, mentre que el mes en que es consumeix menys electricitat és a l'agost. Destacar la gran reducció en quant a consum elèctric de l'escomesa IPCT, ja que va passar de consumir 469 MWh durant l'any 2014 a 102 MWh en el 2017.

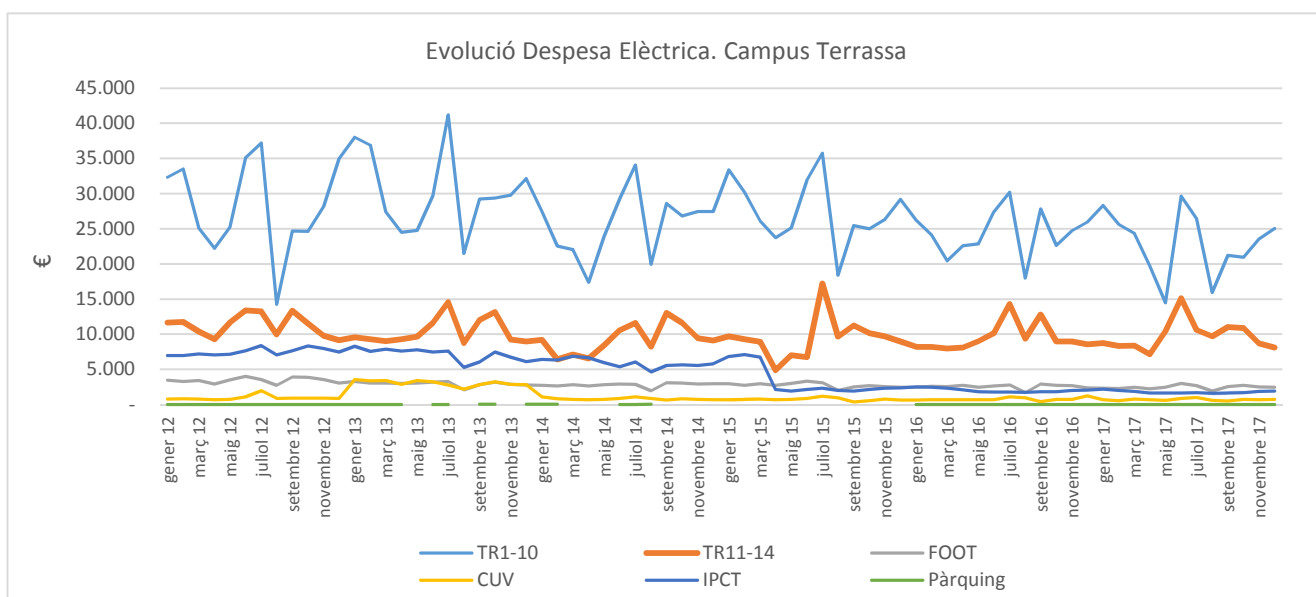


Figura 6.29. Evolució de la despesa elèctrica en les escomeses del Campus de Terrassa

La despesa de les escomeses elèctriques s'ha anat reduint durant aquests darrers anys, malgrat a les variacions que es produeixen mensualment. L'escomesa principal al Campus de Terrassa és també la que suposa una despesa més important (60,86% l'any 2017).

Taula 24. Evolució del consum i la despesa en el Campus de Terrassa de la UPC.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Consum (kWh)	4.142.214	4.017.356	3.788.950	3.549.062	3.405.476	3.375.805
Despesa (€)	615.362,36 €	648.134,89 €	532.982,47 €	526.271,14 €	472.014,07 €	452.430,11 €

El consum total del Campus de Terrassa s'ha reduït considerablement, passant de 4,14 GWh l'any 2012 a 3,38 GWh l'any 2017. Aquest estalvi energètic en termes d'electricitat suposa una reducció del 18,50%.

Es pot observar que en els tres Campus presentats, la despesa elèctrica més elevada es produeix durant l'any 2013, coincidint amb l'any de la reforma energètica i l'augment de les tarifes per potència contractada.

A continuació s'analitzarà l'evolució de l'escomesa principal que alimenta el Campus de Terrassa, TR1-10. A més, s'especificaran les variacions més significatives que hi ha hagut en la facturació de l'electricitat i els aspectes que han desembocat en un estalvi econòmic important des de 2014 fins a dia d'avui. Per realitzar l'anàlisi, no s'han pogut obtenir les factures dels anys 2012 i 2013.

- **Escomesa Principal Campus Terrassa (TR1-10)**

TERME DE POTÈNCIA

Entre gener de 2014 i setembre de 2016, la potència contractada entre els períodes P1 i P5 va ser de 800 kW, mentre que P6 era de 1160 kW. No obstant, a partir d'octubre de 2016, la UPC va realitzar una reducció de potència contractada en aquesta escomesa, reduint P1-P5 a 650 kW i P6 a 800 kW.

La despesa durant el primer interval comentat associat al terme de potència contractada va ser de 7.217,92 € mensuals. Posteriorment, amb la reducció de potència realitzada a finals de l'any 2016, l'import va baixar a 5.946,31 €.

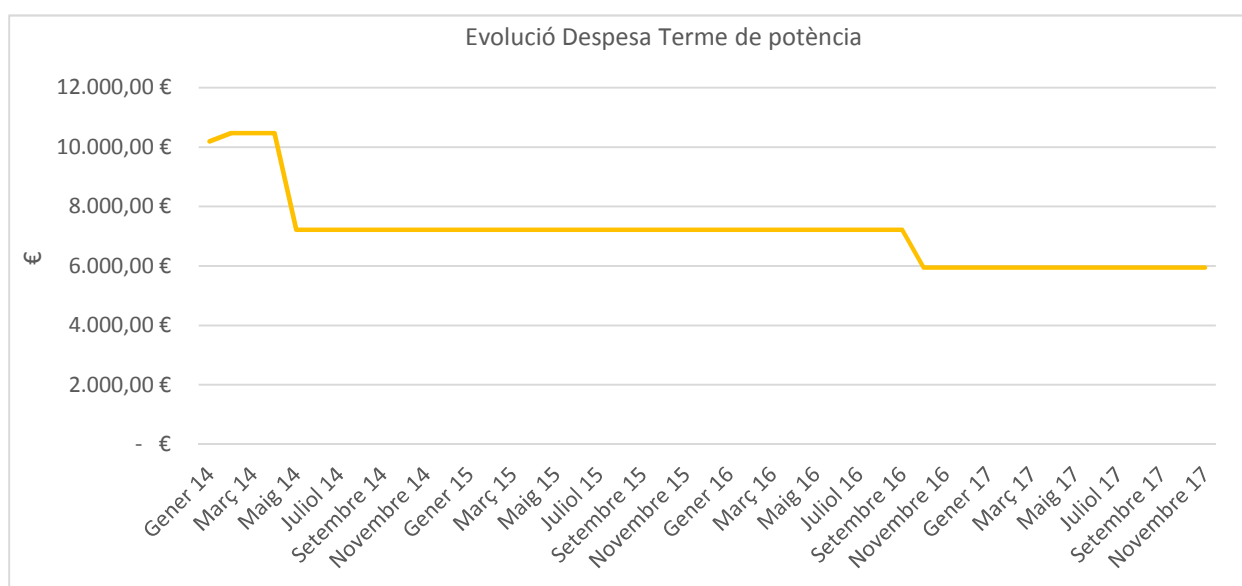


Figura 6.30. Evolució de la despesa associada al t. de potència en l'escomesa principal del Campus de Terrassa

La despesa anual que ha suposat el terme de potència contractada en l'escomesa principal del Campus de Terrassa és la següent:

Taula 25. Evolució de la despesa associada al terme de Potència escomesa principal del Campus Terrassa.

	2014	2015	2016	2017
Despesa Terme de potència	99.329,92 €	86.615,04 €	82.800,21 €	71.355,72 €

La despesa econòmica derivada del terme de potència l'any 2017 s'ha reduït considerablement respecte als anys anteriors arran de la reducció de la potència contractada executada a finals de l'any 2016.

S'ha de tenir en compte que amb la darrera reducció de potència realitzada el passat mes d'octubre de 2016, s'han produït recàrrecs per excés de potència contractada. Aquests excessos han suposat uns recàrrecs de 28,96 € i 639,74 € entre els tres darrers mesos de l'any 2016 i el 2017. Tot i aquest recàrrec, ha resultat econòmicament avantatjós el fet d'haver reduït la potència i haver penalitzat durant alguns mesos puntuals quan més demanda hi ha hagut al Campus de Terrassa. S'haurà de vigilar durant els propers mesos els excessos de potència que es puguin produir per tal d'evitar penalitzacions que puguin anul·lar tot l'estalvi aconseguit amb les reduccions de potència.

TERME D'ENERGIA VARIABLE

El terme d'energia variable va associat al consum elèctric de les instal·lacions, en aquest cas del Campus Nord (exceptuant edifici Vèrtex).

L'augment de la tarifa del terme de potència contractada no va ser la única novetat durant l'estiu de 2013. A partir del mes d'agost, la UPC va iniciar la compra d'electricitat de forma conjunta i consorciada amb el CSUC, obtenint uns millors preus per l'energia que es consumia.

Taula 26. Canvi, per períodes, en les tarifes del terme d'energia abans i després de la compra amb el CSUC.

	P1 €/kWh	P2 €/kWh	P3 €/kWh	P4 €/kWh	P5 €/kWh	P6 €/kWh
Abans compra CSUC	0,168434	0,135253	0,111283	0,087937	0,081568	0,067826
Després compra CSUC	0,11871	0,098119	0,091493	0,078088	0,075207	0,063844

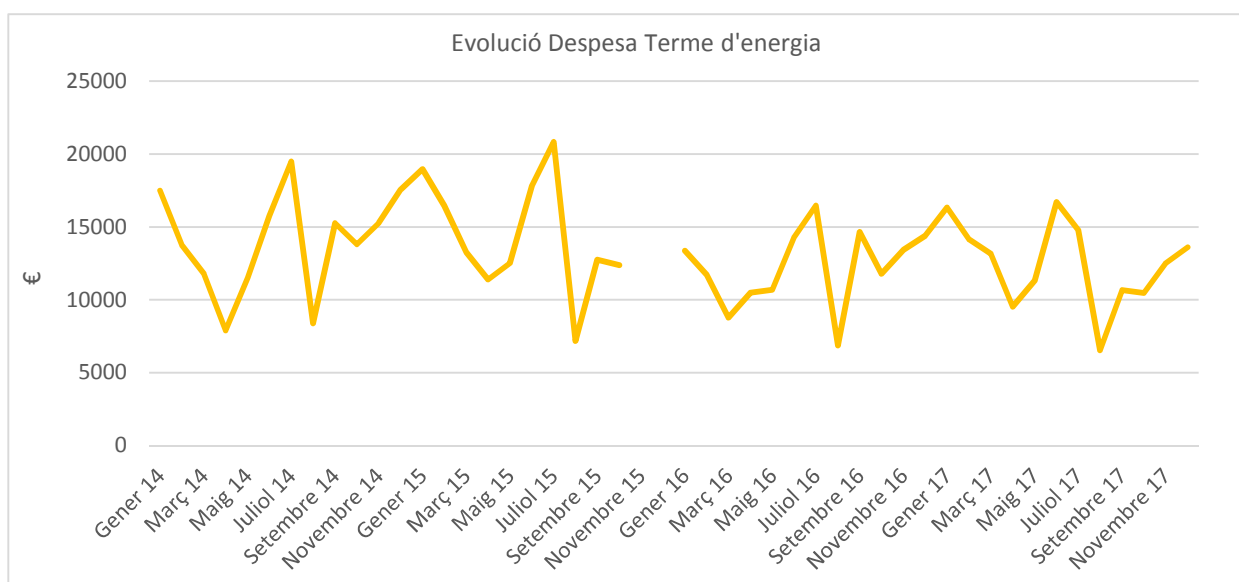


Figura 6.31. Evolució de la despesa associada al t. d'energia en l'escomesa principal del Campus de Terrassa

La despesa anual que ha suposat el terme variable d'energia en l'escomesa principal del Campus de Terrassa és la següent:

Taula 27. Evolució de la despesa associada al terme d'energia en l'escomesa principal del Camp. Terrassa.

	2014	2015	2016	2017
Despesa Terme d'energia	167.932,37€	143.524,53€*	146.937,56€	149.782,63€
Consum electr. (kWh)	2.338.540	2.256.927	2.254.829	2.246.621

*Nota: no es tenen dades de la despesa del terme d'energia dels mesos de novembre i desembre de 2015.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, el consum elèctric a l'escomesa principal del Campus de Terrassa s'ha anat reduint lleugerament durant els darrers anys. L'any 2017, tot i haver reduït el consum elèctric, l'import del terme d'energia ha augmentat, degut a petites variacions en el preu de la compra de l'electricitat per part del CSUC.

Pressupost

El següent capítol presenta la valoració econòmica referent al cost d'elaboració del present projecte. En aquest cas, la realització del treball només inclou les despeses del personal, el material emprat, i les llicències informàtiques necessàries pel seu correcte desenvolupament.

Ma d'obra directe			
Concepte	Preu/unitat	Nº Hores	Import
<i>Recopilació de documentació</i>	35 €/h	75	2.625,00 €
<i>Tractament i anàlisi de dades</i>	35 €/h	100	3.500,00 €
<i>Redacció de memòria</i>	35 €/h	150	5.250,00 €
Total			11.375,00 €

Costos d'explotació i materials			
Concepte	Preu/unitat	Unitats	Import
<i>Petit material oficina: paquet fulls, bolígrafs, carpetes, etc.</i>	-	-	20,00 €
<i>Ordinador amb llicències Microsoft Office</i>	900	0,1	90,00 €
Total			110,00 €

Així doncs, el pressupost total del treball en qüestió s'indica a continuació:

Concepte	Import
<i>Ma d'obra directe</i>	11.375,00 €
<i>Costos d'explotació i materials</i>	110,00 €
<i>Subtotal</i>	11.485,00 €
<i>Costos indirectes (5%)</i>	574,25 €
<i>Total sense IVA</i>	12.059,25 €
<i>IVA (21%)</i>	2.532,44 €
Total	14.591,69 €

Impacte ambiental

El treball actual no es basa en un projecte que pretengui analitzar la viabilitat de la instal·lació d'un parc eòlic en un lloc determinat, ni la posada en funcionament d'una central solar fotovoltaica en algun camp. El document pretén ser un estudi i un anàlisi dels factors que han portat a la UPC a aconseguir un estalvi energètic i econòmic en els darrers anys, per tant, resulta un document purament teòric, on l'impacte ambiental del qual és gairebé inexistent.

No obstant, de forma indirecte el treball tracta temes mediambientals, analitzant el consum dels diferents subministraments presents a la UPC: electricitat, gas, energia tèrmica Districlima i aigua. Cada un dels subministraments anteriors tenen un impacte ambiental en algun moment o altre, el qual no pot ser menyspreat. Aquest impacte està present sobretot a nivell d'emissions de gasos contaminants d'efecte hivernacle, entre ells, el CO₂, els quals fomenten el canvi climàtic.

Un gran percentatge de l'energia consumida al país espanyol prové de fonts no renovables, com les centrals tèrmiques, on s'utilitzen combustibles fòssils com són el carbó, el petroli i el gas.

- El carbó s'extreu mitjançant l'esforç directe de l'ésser humà, fet que fa que els miners estiguin exposats a la pols residual durant les seves feines, produint danys en la seva salut. A més, durant l'emmagatzemat del carbó, es produeixen oxidacions de certs composts com ara el sofre, el qual pot generar composts àcids i corrosius que poden filtrar-se al subsòl. Finalment, durant la combustió del carbó es generen centres, monòxid i diòxid de carboni, a més d'altres derivats del sofre i del nitrogen.
- En l'extracció del petroli poden ocórrer accidents, com ara vessaments que afectin l'entorn. De la mateixa forma, durant el transport, poden produir-se vessaments al mar degut a accidents en vaixells. Quan l'accident és pròxim a la costa, el petroli normalment arriba a les platges, inutilitzant-la per a les persones i destruint ecosistemes. Durant el consum de petroli, l'impacte ambiental més important és la combustió, la qual genera grans quantitats de cendres, CO i CO₂.
- Durant l'extracció de gas natural, és normal veure xemeneies en els pous, on es produeix una combustió que contamina l'atmosfera. En el transport, el perill resideix en l'explosió de gasoductes degut a falles en el sistema regulador de la pressió, la qual cosa és poc probable. Mentre que en el consum, l'impacte ambiental present és la

combustió. Tot i això, el gas natural és el combustible que genera menys contaminació atmosfèrica.

Per altra banda, si es confirma el ritme de creixement de la població mundial, es preveu que la demanda d'aigua continuï creixent.

És important seguir i complir amb el Pla d'Estalvi Energètic 2020 de la UPC, per aconseguir una universitat de baixa intensitat energètica i baixa emissió de carboni, mitjançant la gestió i optimització de la demanda energètica, i la transició cap a les energies renovables. Destacar també, la obligació de fer un ús racional de les instal·lacions i fomentar les campanyes de sensibilització energètica.

Conclusions

Es demostra que la UPC és una universitat fortament compromesa amb la sostenibilitat, l'eficiència energètica i el medi ambient, destacant les millores realitzades en les infraestructures, la monitorització de les instal·lacions mitjançant el sistema SIRENA i la implementació dels diferents Plans d'Estalvi Energètic.

La meta principal d'aquest projecte es basava en estudiar els factors clau per a l'estalvi energètic assolit a la UPC. Finalment, els punts que s'han desenvolupat són els següents:

- Analitzar l'evolució del consum i la despesa dels subministraments energètics i d'aigua del global de la UPC en els darrers anys.
- Estudiar l'evolució del consum i la despesa dels subministraments energètics i d'aigua de cada un dels Campus de la UPC.
- Estudiar i analitzar en més detall els tres Campus més consumidors d'electricitat: Campus Nord, Campus Sud i Campus de Terrassa. S'entra en més profunditat en l'escomesa principal de cada un d'aquests campus, estudiant l'evolució en la facturació i detallant els factors que han generat un estalvi econòmic.

A nivell energètic resultarà molt complicat assolir els objectius del Pla d'Estalvi Energètic 2020, ja que el consum de la UPC ha anat en augment els darrers tres anys. Una gran influència en aquest increment l'ha tinguda la posada en marxa del Campus Diagonal Besòs l'any 2016. L'any 2014, coincidint amb el darrer any del Pla d'Estalvi Energètic 2011-2014, va ser el moment en que més pròxim es va estar de l'objectiu de reduir en un 20% el consum de l'any 2017.

- El consum d'**electricitat** ha augmentat lleugerament en el total de la UPC durant l'any 2017. Tot i això, la despesa s'ha reduït degut a les millores en la contractació i a la reducció de la potència contractada. Els tres campus on es consumeix més electricitat són Campus Nord, Campus Sud i Campus de Terrassa. Destacar la tendència a l'alça que segueix el Campus de Baix Llobregat, el qual s'haurien d'analitzar les causes en més profunditat.
- Hi ha hagut una reducció significativa del consum de **gas** en els darrers anys. A més la despesa d'aquest subministrament l'any 2017 va ser un 40% inferior a la despesa de l'any 2010. Els tres campus on es consumeix més gas són Campus Nord, Campus Sud i Campus de Terrassa. L'any 2017 s'observa un increment en el consum de gas en aquests tres Campus.

- **Districlima** és un recurs energètic present exclusivament al nou Campus Diagonal Besòs. El seu cost està molt per damunt al del gas i proper al de l'electricitat. S'haurà de tenir especial atenció a com evoluciona el consum i la despesa d'aquest subministrament en els següents anys. Tot i a estar present a només uns dels Campus, la despesa és similar al total de la facturació de gas a la resta dels Campus.

Pels subministraments energètics, el preu per unitat de consum és més elevat als campus petits que als grans.

Pel que fa a l'aigua, ressaltar les variacions en quant a consum d'aquest subministrament. L'any 2014 es va produir una forta reducció, amortiguada en gran part per l'increment viscut en els dos anys posteriors. Aquest augment és degut principalment a l'increment del consum en el Campus Nord i el Campus de Terrassa i l'entrada en funcionament del Campus Diagonal Besòs.

Un cop s'ha presentat l'evolució del consum energètic i d'aigua i les seves despeses corresponents, s'estudia i analitza la facturació de les escomeses elèctriques principals dels tres Campus més consumidors d'electricitat. Es determina que els factors clau per a l'estalvi energètic i econòmic assolit per la UPC són tres:

- Millora en la contractació energètica a través de la compra consorciada amb el CSUC.
- Optimització de la potència contractada per fer front a la pujada del terme de potència realitzada durant la reforma del Sector Elèctric de l'any 2013.
- Reducció de consum en els Campus mitjançant millores en les infraestructures, sensibilització del personal, campanyes informatives, proves pilot, etc.

Agraïments

Un cop acabada la carrera, vaig decidir iniciar el Máster Universitari en Enginyeria de l'Energia impartit per la UPC per tal de seguir desenvolupant i augmentant els meus coneixements en aquest sector. Cinc anys després és l'hora de tancar una etapa. No obstant, aquest Máster m'ha servit per moltes coses més, ja que durant les classes vaig conèixer a l'Albert Gonzalez Roig, un gran professional i alhora gran amic, el qual em va ajudar a iniciar-me en el món laboral durant tres meravellosos anys. Gràcies per tota la formació i els coneixements que em vas compartir, i per confiar en jo en tot moment. Sempre t'estaré agraït.

Agrair al meu tutor tota l'ajuda rebuda que, tot i a realitzar el projecte a distància, en tot moment s'ha preocupat per supervisar l'estat d'aquest, i a Josep Manel Sabaté, del Servei d'Infraestructures de la UPC, per facilitar-me les dades necessàries per a la realització d'aquest document.

Finalment donar les gràcies pel suport rebut per part de tota la meva família durant els vuit anys que he estat fora de casa. Sense ells res hagués estat possible.

Una etapa es tanca, però moltes més estan per obrir-se.

Fins aviat.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

[1] GERÈNCIA DE LA UPC. *Pla UPC 2020 de Sostenibilitat Energètica* [En línia]. Barcelona, 8 d'octubre de 2015. Disponible a: <http://www.upc.edu/normatives/ca/butlleti-upc/hemeroteca/2015-2016/butlleti-upc-166/copy_of_bupc-num-docs/docs-consell-govern/16.14-aprovacio-del-pla-upc2020-sostenibilitat-energetica/view> [Consulta: 13 març 2018]

[2] FERRER, Dídac. ; SABATÉ, Josep. M. *El Pla d'estalvi energètic de la UPC (2011-2014)* [En línia]. 2 Març 2014. Disponible a: <https://www.upc.edu/energia2020/ca/shared/repte-upc/antecedents-pla-destalvi-energetic/pla-estalvi-energetic_informe-fina_2011-2014.pdf> [Consulta: 13 març 2018]

[3] INSTITUT UNIVERSITARI DE RECERCA EN CIÈNCIA I TECNOLOGIES DE LA SOSTENIBILITAT. *Informe SIRENA 08. Anàlisi dels resultats d'estalvi energètic i d'aigua i propostes de futur* [En línia]. 2009. Disponible a: <<https://is.upc.edu/ca/publicacions/informes>> [Consulta: 29 març 2018]

[4] INSTITUT UNIVERSITARI DE RECERCA EN CIÈNCIA I TECNOLOGIES DE LA SOSTENIBILITAT. *Informe SIRENA 09. Anàlisi dels resultats d'estalvi energètic i d'aigua i propostes de futur* [En línia]. 2010. Disponible a: <<https://is.upc.edu/ca/publicacions/informes>> [Consulta: 29 març 2018]

[5] INSTITUT UNIVERSITARI DE RECERCA EN CIÈNCIA I TECNOLOGIES DE LA SOSTENIBILITAT. *Informe SIRENA 10. Anàlisi dels resultats d'estalvi energètic i d'aigua i propostes de futur* [En línia]. 2011. Disponible a: <<https://is.upc.edu/ca/publicacions/informes>> [Consulta: 29 març 2018]

[6] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA - GESTIÓ SOSTENIBLE. *Informe SIRENA 2016. Avaluació del consum d'energia i aigua de la UPC* [En línia]. 2017. Disponible

a: <<http://www.upc.edu/energia2020/ca/noticies/informe-sirena-2016-avaluacio-del-consum-d2019energia-i-aigua-de-la-upc>> [Consulta: 1 abril 2018]

[7] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA - GESTIÓ SOSTENIBLE. *Informe SIRENA 2017. Avaluació del consum d'energia i aigua de la UPC* [En línia]. 2018. Disponible a: <<http://www.upc.edu/energia2020/ca/noticies/informe-sirena-2017-avaluacio-del-consum-d2019energia-i-aigua-de-la-upc>> [Consulta: 1 abril 2018]

[8] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA – SERVEI DE BIBLIOTEQUES, PUBLICACIONS I ARXIUS. *Guia d'estalvi energètic a les biblioteques de la UPC* [En línia]. 2013.

Disponible a: <<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/21465/guiabibssostenibles-cat.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 1 abril 2018]

[9] ESPANYA. *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico* [En línia]. Boletín Oficial del Estado, núm. 285, de 28/11/1997, pàgines 35097 a 35126. Disponible a: <<https://www.boe.es/boe/dias/1997/11/28/pdfs/A35097-35126.pdf>> [Consulta: 7 abril 2018]

[10] ESPANYA. *Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico* [En línia]. Boletín Oficial del Estado, núm. 310, de 27/12/2013. Disponible a: <<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645&p=20131227&tn=1>> [Consulta: 7 abril 2018]

[11] ESPANYA. *Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación* [En línia]. Boletín Oficial del Estado, núm. 77, de 29/3/2014, pàgines 27397 a 27428. Disponible a: <<https://www.boe.es/boe/dias/2014/03/29/pdfs/BOE-A-2014-3376.pdf>> [Consulta: 8 abril 2018]

[12] ESPANYA. *Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos* [En línia]. Boletín Oficial del Estado, núm. 241, de 08/10/1998. Disponible a: <<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1998-23284&p=20150522&tn=0>> [Consulta: 14 abril 2018]

[13] ESPANYA. *Ley 12/2007, de 11 de octubre, de Servicios Sociales* [En línia]. DOGC núm. 4990, de 18/10/2007, BOE" núm. 266, de 06/11/2007. Disponible a: <<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-19189&p=20071018&tn=0>> [Consulta: 14 abril 2018]

[14] ESPANYA. *Ley 8/2015, de 21 de mayo, del Sector de Hidrocarburos* [En línia] BOE núm. 122, de 22/05/2015. Disponible a: < <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-5633>> [Consulta: 14 abril 2018]

Bibliografia complementària

FARRÉ, A. *Estudi dels factors clau per a l'estalvi energètic assolit a la UPC*. 2017. Disponible a:<<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/110608/adri-farr-mem-riatfg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: 27 febrer 2018]

COMISSIÓ EUROPEA. *Paquete de medidas sobre clima y energia hasta 2020*. [En línia]. Disponible a: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_es> [Consulta: 12 març 2018]

OMIE. *Mercados y productos. Mercado Electricidad*. [En línia]. Disponible a: <http://www.omie.es/inicio/mercados-y-productos/mercado-electricidad/nuestros-mercados-de-electricidad>> [Consulta: 10 abril 2018]

GENERALITAT DE CATALUNYA, AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. *La factura del agua* [En línia]. Disponible a: < http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P54000240131436518669343> [Consulta: 15 abril 2018]

